Japan. Fisheries Agency.
Technical Report of Fishing Boat.

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

昭和31年3月

漁 船 研 究 技 報

第8号

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 8

MARCH 1956

水産庁 生産部 漁船研究室
FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCTION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, JAPAN

目　　次

蒼鷹丸の可変節推進器試験……………………………………………………横山信立…(1)
木造以西底曳網漁船の船型試験成績 ……………………………………………小林　務…(11)
鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について……………
……………………………………………………………………葉室親正、石井謙治…(29)
カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について……………葉室親正…(83)
100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）……………………………
…………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実…(103)
波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究………橋本富寿、間庭愛信…(113)
200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験 …………………………………………
……………………………………………橋本富寿、菊池喜充、西村　実、間庭愛信…(119)
北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験……………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(131)
カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について ……………………橋本富寿、西村　実…(151)

Contents

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru"…Nobutatsu YOKOYAMA (1)
Experimental Results of Model Tests for wooden Two-Boat Trawler…Tsutomu KOBAYASHI (11)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea…Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII…(29)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at its Practical Application ……………………………Chikamasa HAMURO…(83)
Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water ……………… ……………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA…(103)
Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave ……… ……………………………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA…(113)
Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test …………………… ……Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA…(119)
Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean ……………………………… Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA…(131)
Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula…Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA…(151)

蒼鷹丸の可変ピッチ推進器試験

横山　信立

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō Maru"

Nobutatsu YOKOYAMA

ABSTRACT

The paper describes the experimental results of the manipulation of a controllable
the "Sōyō maru" (36.0 m × 7.2 m × 3.6 m, 257.8 GT), marine
on the rela-
wing points
he most sui-
en by experi-
may not be
elected angle
e wasted.
ompared with
requires 36%
with controll-
ator should at
hart and then
with the least
s desirable to
or less of the
an not be fitted
ared by test at

技報第8号正誤表

Errata of Technical Report of Fishing Boat No. 8

行 line	正 correct	誤 wrong
より4行	トリム 1,295 米	トリム 1,300 米
10 図	天地逆	
41 圖	横軸 15 目の処の × 不要	
42 圖	0 目と 15 目との間を太い実線で結ぶ	
85 図	伝馬船より下方への破線はロープを示している	
4	16 字削除	充分な測定を行う事が出来ず従つて
表、第1 1行目	28	82
12	7 inches	120 mm
より9行	(5) 魚群の追跡捕捉並にまき網実験	(5) 魚群の追跡捕捉、並に網実験
より4行	網が現われ	網が現が現われ
献　(1)	電気三連合大会論文集	電気三連合大学論文集
6	1.5 ms	1.5 m
6	理論球面拡散曲線	理論球面横散曲線

水産庁海洋調査船蒼鷹丸に三菱日本重工K. K. の可変ピッチ推進器を装備して竣工した機会に本推進器の特性を如何にして有効に発揮したらよいかという事について予備的な試験を行つたので、その結果を此処に報告する。

今回は日時の都合により、綿密周到な実験を行うことが出来なかつたので、船体の推進性能を解析して推進器設計の詳細資料を得ることは他日の機会に譲ることにして、本推進器を取扱う上に於いて理解すべき特性のあらましと、大体の目安を得ることを目標とした。此所に大体の目安を得るに留めた理由は、計測時間を切詰めて試験の回数を少くした為と、速力の計測の大部分を流木による方法に頼らざるを得なかつたので、実験の精度を上げることが望めなかつたためである。但し速力計測の一部を運輸技術研究所船舶性能部の御協力により精度の高い志波式流速計* で測定して不足を補うことが出来た。

---

* 計測部分の写真は第9図に示す。

1. 試験の概要及びその成績

最近漁船に屢々可変ピッチ推進器が用いられる様になつて来たが、これを装備する目的の内で最も重要視されるのは次の2つの点に要約される。即ち

（1）　主機械をある回転数で運転した儘で、船体を前進、後進は勿論最微速にも容易に調整が出来ること。

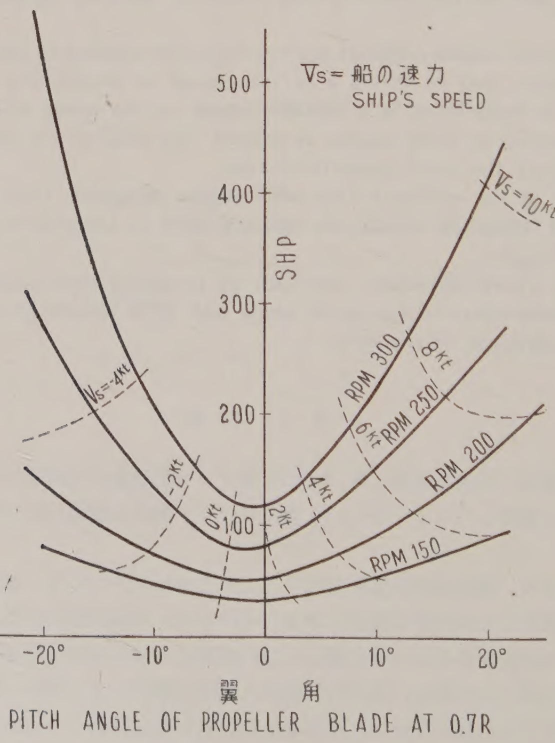
（2）　曳航、曳網等の荷重の大小に応じて、最も適切な翼角を選んで、主機関の望ましい運転状態で最大の出力又は最も経済的な運航が出来ること。

此の内で（1）の点は機構上充分な信頼性さえあれば、操縦操作を習熟するだけで良い。但し微速又は停船している場合の舵効きや後進の場合の保針性については現在の処不明の点が多いのであるが、今回は（2）の問題を取上げることにした。

推進器の変節が可能になると同じ速力又は推力を得るにも、主機関の回転数を変える事と、推進器の翼角を変えることとの2種の選択が行えるから、却つて適切な組合せの操縦をすることが難しい。又燃料の最も経済的な運転を行うとか、或は主機関が無理をしない最大の出力で最大の推力即ち速力を得るとか等の目的によつても撰択法を考える必要が生じて来る。

そこで此等の組合せの相互関係及びその影響を判然とさせる為に、後節に詳述する様に、主機関の回転数を数種選び、その夫々について翼角を適当に選んで各々の場合の中間軸の軸馬力を2型動力計* により測定した。尚この外に燃料消費量、I.H.P.，機械効率等の計測も行うべきであるが、人員、機器、時間の都合により省略し、陸上試験及び公試運転成績から推算することにした。

以上の試験結果を集約したものが第1図である。此処で翼角は0.7 Rの半径の処の角度を示している。但



第 1 図

---

* 漁船技報第 2，3，4 号参照のこと。計測の模様は第8図の写真に示す。

し前述の通り、本実験の精度に関しては余り信頼性を期待出来ないので、本図も大体の傾向を知る程度である。然し本実験成績から次のことが判る。

1.　最小の出力で或る速力（又は推力）を得る為には最適の翼角を選ぶ必要がある。但しこの翼角の選定範囲は割合に広く例えば最適値から 20% 離れても馬力の増加は 8.6% 程度であるが甚だしく逸脱すると急激に増加し、例えば 40% も離れると馬力増加は 42% にもなる。従つて厳密なものではないが、いい加減に選んでも良くない。大体最適値の ±20% 以内の角度を選べばよいであろう。

2.　前項に較べて回転数の撰択範囲は稍々狭いのであるが、此れから逸脱しても馬力増加は翼角の場合程激しくはない。例えば 20% の最適回転数からの扁差に対して、その時の馬力増加は 12.6% になるが、40% の扁差の場合は馬力増加は 36% であつて、それ以上の場合でもこの増加率は略一定である。

3.　前2項の結果から、操縦に当つては船橋に於いて主機関の遠隔操縦が出来るならば、処要の速力（又は推力）に対して先づ翼角を大体選定して置いて、然る後、回転数を調整した方が容易であり、取扱い方による燃料消費量の差を少くし得ることになる。

4.　従来のテレグラフによる間接管制の船では、翼角により処要速力（又は推力）の調整をするのはやむを得ないが、回転数は少くとも 20% 程度に細く機関室に指示出来る様にするか、使用頻度の高い場合を予想して回転数を選定しておく方が望ましいことになる。

5.　自働変節装置が装備される様な時代が来れば別であるが、当分の間可変節推進器を有する大型船の公試運転の前後にはこの様な試験を航海状態及操業状態で実施して、操縦の為の基準図表を作成する必要がある。

尚本試験中昼食の為の漂泊時を利用して、人員の移動による動揺試験を行つたがこの時は

$$GM=847 \text{ (mm)}$$

で、船体前後軸の廻りの見掛けの慣性半径 k は

$$k \fallingdotseq 3.3 \text{ (m)}$$

であつた。本試験は竣工当時も行われ、その時は $k \fallingdotseq 3.1$ m であつたから、後述の様に載貨状態の異る時に、時々実施して k の値を求めておくと、後日第7図を用いれば自由動揺周期を計つて GM の値を求めることが出来る。

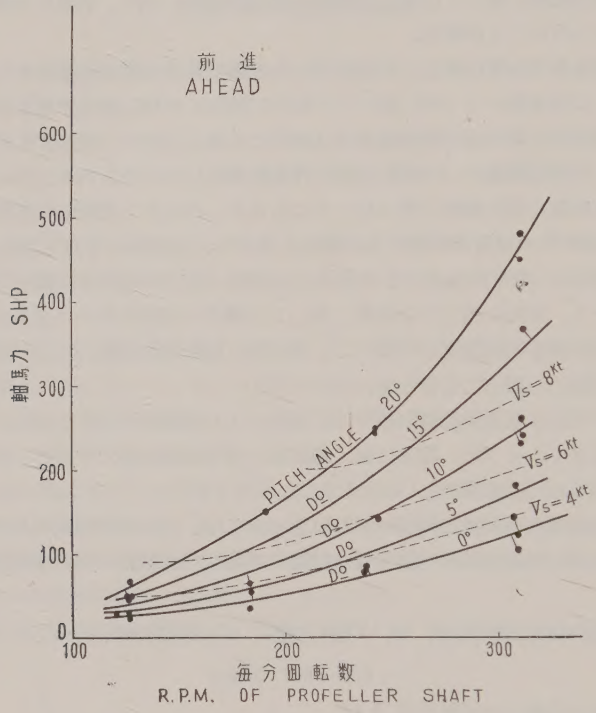
2. 試験経過

昭和 30 年 6 月 21 日東京港を出港し、通称羽田沖と称する海面に於いて試験した。実施要領は、主機械の回転数を 310, 240, 180, 120 (RPM) の 4 種を選び、夫々翼角を 5° 毎又は 10° 毎に +20° から −20° に変え合計 28 種の計測を行つた。当日補機の冷却水系統の故障の為予定よりも 1 時間遅れて出港した為に各計測時間は整定の為の航走時間をも含めて 10～15 分間に切詰めざるを得なかつた。この為整定が困難な場合も生じ、流木の試験回数も平均 3 回に留め、実験の精度を幾分犠牲にすることにした。

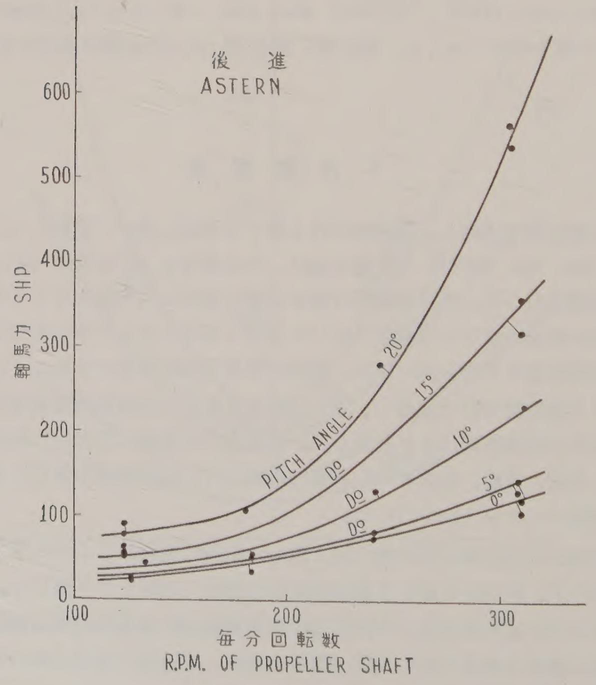
計測要領は軸馬力を 2 型振動力計で撮影し、速力は前進 5 節以上は運輸技術研究所の協力を得て志波式流速計を用い、全般は流木の通過時間により計測した。回転数は中間軸に取付けた接点の開閉数を記録して計算した。その他風速、風向、抵舵、針路を 15 秒毎に計測して、試験結果の修正に用いた。尚全計測は同一の電接時計の記録に同時マークを入れて行つた。

天候は小雨模様で午後からは一時可成り強い風と激しい驟雨に見舞れることも屢々あつたが、海面では波浪を生成するまでに至らず、縦揺れを感じる場合は後刻平穏時に試験をやり直した。

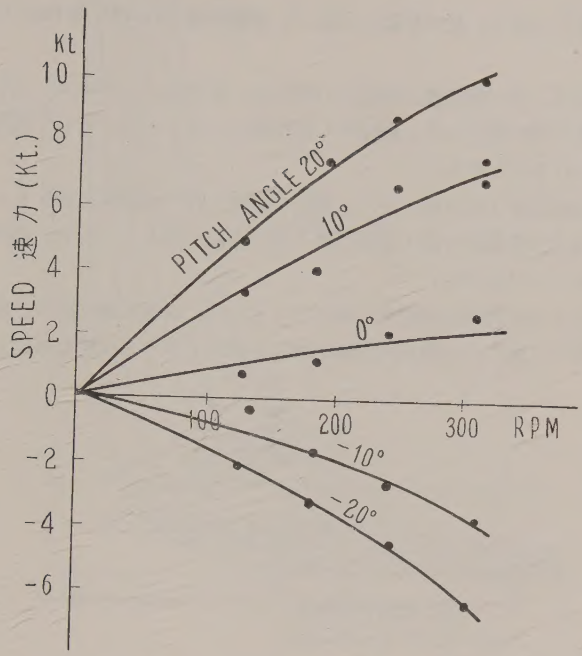
当時の経過は第 1 表に示す通りである。今回は特に微速及後進の場合も速力及軸馬力を計測する必要があつたのであるが、微速の場合は振動力計の読取が困難であり、又後進の場合は船の針路が不安定である為流木による計測は益々難渋した。


前 進
AHEAD
軸馬力 SHP
600
500
400
300
200
100
0
100
200
300
毎分回転数
R.P.M. OF PROPELLER SHAFT
PITCH ANGLE 20°
15°
10°
5°
0°
D°
D°
D°
D°
$V_s = 8^{Kt}$
$V_s = 6^{Kt}$
$V_s = 4^{Kt}$

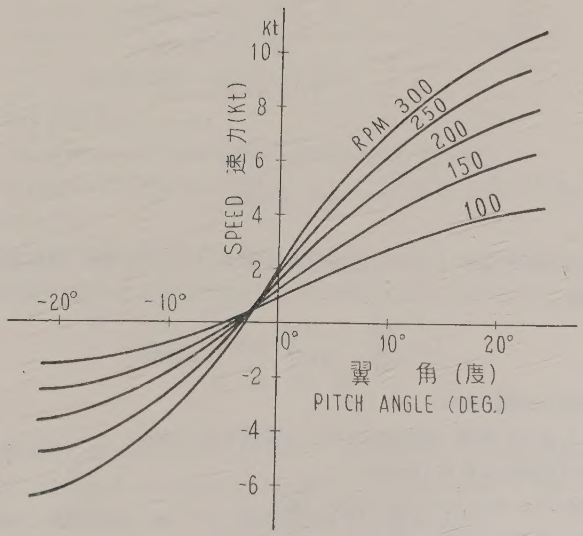
第 2 図


後 進
ASTERN
軸馬力 SHP
600
500
400
300
200
100
0
100
200
300
毎分回転数
R.P.M. OF PROPELLER SHAFT
PITCH ANGLE 20°
15°
10°
5°
0°
D°
D°
D°

第 3 図


Kt
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
SPEED 速力 (Kt.)
PITCH ANGLE 20°
10°
0°
-10°
-20°
100
200
300
RPM

第 4 図


Kt
10
8
6
4
2
-2
-4
-6
SPEED 速力(Kt)
RPM 300
250
200
150
100
-20°
-10°
0°
10°
20°
翼 角 (度)
PITCH ANGLE (DEG.)

第 5 図

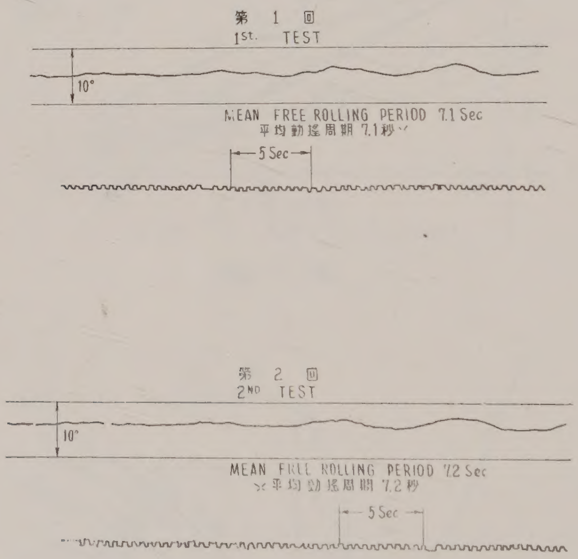
3. 試験成績

試験状態は第1表の通りである。此の状態は大体 $^3/_4$ 満載状態 ($\varDelta=421.25$ ton) に近い。その他の詳細は第2表の通りである。

次に諸計測の成績を示す。先づ回転数と軸馬力の関係を、翼角をパラメーターとして描くと前進の場合は第2図、後進の場合は第3図の様になる。両図から回転数をパラメーターとして翼角と軸馬力のクロスカーブを描けば第1図が得られるのである。

次に回転数と速力の関係は第4図の様になり、之から翼角と速力の関係を示すクロスカーブ第5図が得られる。この第5図から速力の等測線を第1図及び第2図に点線で記入してある。此の両図から翼角及回転数と速力の関係を判別することが出来る。

但し以上の図から判るように計測点が相当に飛んでいるのは、前述の様な訳で、実験の精度の余り高くないことを示して居り、従つて記入した線も決定的な傾向を表はすものとは断じ難い点を諒解願いたい。



第 6 図

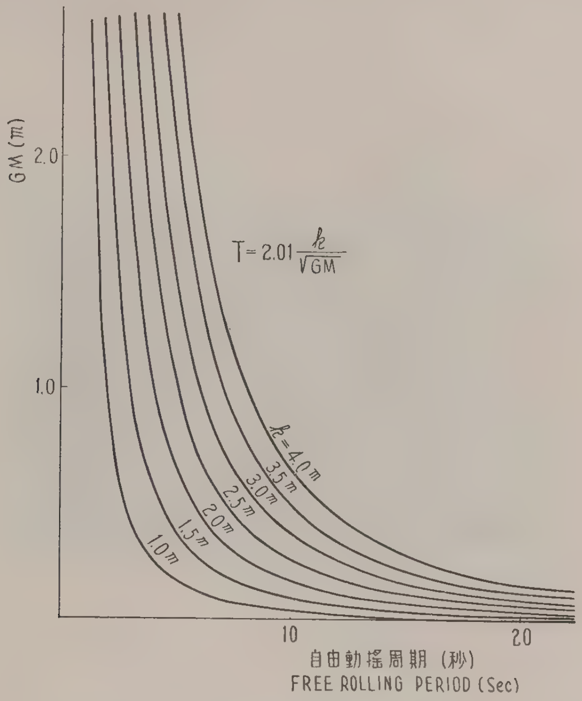
動揺試験成績は第6図に示す通りで之から平均自由周期は 7.1～7.2 sec である。一般に水上の船の自由動揺周期は次式で表せる。

$$T=\frac{2\pi}{\sqrt{g}}\,\frac{k}{\sqrt{GM}}\fallingdotseq 2.01\frac{k}{\sqrt{GM}}$$

但し　T=自由横揺周期 (sec)
k=水をも含めた船体の前後軸の周りの慣性半径 (m)
g=重力の加速度=9.8 (m/sec^2)
GM=重心からメタセンター迄の高さ (m)

この関係式を図に示すと第7図のようになる。

本来ならば同時に傾斜試験を行えば正確な GM が判り、その時の k の値が得られるのであるが、今回は時間の都合で実施出来なかつたので、建造当時の試験成績と線図から計算によつて求めると



第　7　図

$$KG=2.654\ (\mathrm{m})$$
$$KB=1.600\ (\mathrm{m})$$
$$BM=1.901\ (\mathrm{m})$$

従つて
$$GM=0.847\ (\mathrm{m})$$
となる。

以上の諸数値を T の式に入れると

$$k=3.256\sim3.301\ (\mathrm{m})$$

となる。尚佐世保に於ける試験では排水量 314.70 ton トリム 1.844 m に於ける動揺周期は 8.2 sec で、この時は $k=3.095$ m であつた。

以上の結果により、載貨状態の異る場合には計算によるか、それとも各種の状態に於いて、k の値を求めて置き、此等から任意の状態の場合の GM の値が単に自由横揺周期を計測する丈で得られる。

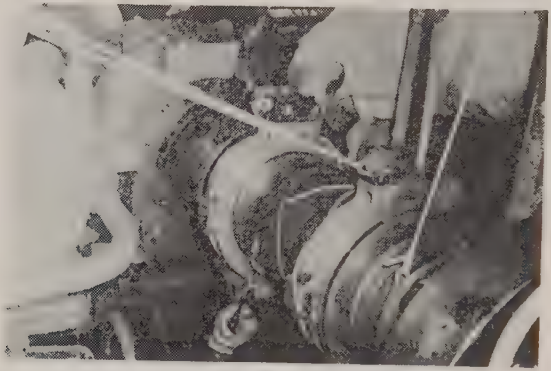
あ と が き

以上の実験は略 $^3/_4$ 満載状態に近い場合を行つたもので、出来得れば、出入港状態に於いて夫々第1図に相当する基準図表を得ておく必要があるのではないかと思う。尚一般の漁船　特にトロール漁船等曳網を必要とする船では、此の様な操業状態に於いて、是非試験を行う必要がある。

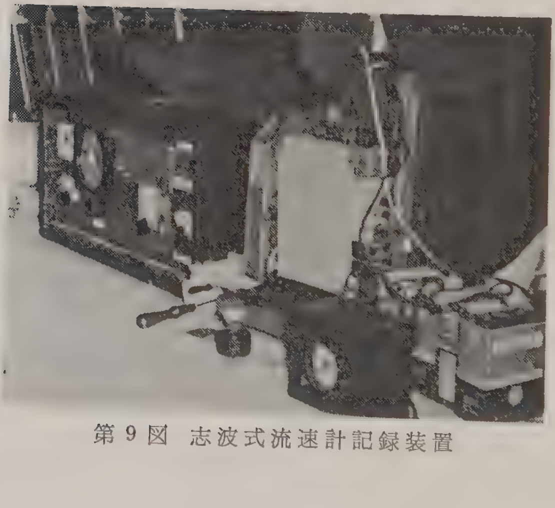
実験技術に於いては今後更に精度を高め、特に実船の速力の計測法を改善し微速、後進に於いても使用が出来る様にすべきである。

本報告を終るに当り運輸技術研究所の船舶性能部の方々により志波式流速計を用いて計測の一部を分担し

て載いた為非常に有効な結果が得られたことを深く感謝し尚若鷹丸の船長以下各乗組員の御協力に対して厚く御礼を申上げる。



第8図 二型動力計計測現場



第9図 志波式流速計記録装置

第 1 表

蒼鷹丸主要目

竣工年月日	30.3.25	主機関	ディーゼル
長さ（漁船法）	36.00 米	定格出力	500 BHP×310 rpm
型幅	7.20 米	経済出力	375 BHP×281 rpm
型深	3.60 米	推進器	可変ピッチプロペラ
総噸数	257.79 噸	(直径)×(基準ピッチ)	1.800 米×1.260 米
満載吃水	2.90 米	展開面積	0.9162(米)^2
満載排水量	457.7 瓲	燃料消費量	1.8 瓲/日
〃 Cb	0.608	航海速力	10.0 節
〃 Cp	0.667	試運転速力	12.0 節
〃 Cm	0.912	航続距離	12.000 海里

状態	試験	軽荷	満載出港	3/4 満載	満載入港
排水量 t	420.38	299.07	457.37	421.25	326.56
吃水 前部 m	2.110	1.273	2.485	2.372	1.665
吃水 後部 m	3.405	2.992	3.291	3.072	2.877
トリム m	1.295	1.719	0.806	0.700	1.212
KB m	1.600	1.255	1.690	1.593	1.338
BM m	1.901	2.325	1.810	1.907	2.206
KG m	2.654	3.038	2.619	2.654	3.080
GM m	0.847	0.542	0.881	0.846	0.464

試験状態

試験年月日	30.6.21
進水年月日	29.12.15
試験基地	東京・月島
出港	0950
入港	1715
海面	小波
天候	小雨
風向	209°～158°
風速	8 米/秒
海水温度	20.8°C
海水密度	1.021

	出港	入港
艏吃水	2.120米	2.100米
艉吃水	3.405〃	3.405〃
水温	22°C	22°C
密度	1.016	1.015

試験排水量	420.38 瓲
トリム	1.300米
Cb	0.576
Cp	0.621
Cm	0.926

第 2 表

番号	翼角	毎分回転数	実験開始時刻	天候	海面	針路（度）	艏から右へ風向（度）	風速（米/秒）	速力（節）	軸馬力	備考
1	20°	312	1055	雨	平穏	216°	11.2	11.0	10.2	478	
2	15°	313	1058	〃	〃	215	7.9	10.4	8.7	367	
3	10°	313	1101	〃	〃	215	5.8	9.5	7.6	259	
3′	10°	313	1202	小雨	〃	181	13.3	7.7	7.0	—	
4	5°	310	1105	雨	〃	215	2.4	8.0	4.6	178	
5	0°	309	1109	〃	〃	215	4.6	7.0	1.7	146	
5′	0°	311	1147	〃	〃	335	212.7	3.0	1.2	124	
6	−5°	309	1117	〃	〃	80〜345	165.5	4.0	−1.7	130	
7	−10°	312	1123	〃	〃	105〜300	133.0	5.1	−3.8	230	
8	−15°	311	1130	小雨	〃	160〜212	172.7	5.8	−6.9	356	船橋に振動あり
9	−20°	306	1138	〃	〃	183〜305	154.8	6.1	−6.4	537	〃 甚し
10	+20°	244	1210	〃	〃	180	8.6	11.6	8.9	241	
11	+10°	245	1215	大雨	〃	182	0.5	9.0	6.2	141	
12	0°	241	1225	小雨	〃	183	3.9	7.8	2.1	85	
13	−10°	242	1232	〃	〃	11〜260	226.5	6.4	−2.7	131	
14	−20°	245	1238	〃	〃	146〜300	332.9	3.9	−4.5	280	
15	+20°	192	1413	〃	稍々波あり	23	5.5	13.3	7.5	150	
16	+10°	184	1418	〃	〃	23	328.3	9.9	4.1	63	
17	0°	184	1427	曇	〃	230	309.0	11.0	1.2	34	
18	−10°	184	1436	〃	〃	330〜91	170.0	12.1	−1.6	51	
19	−20°	181	1443	〃	〃	23	170.6	8.9	−3.2	105	
20	+20°	128	1452	〃	〃	18〜267	158.6	6.0	5.0	68	
21	+15°	129	1458	〃	〃	346	259.4	6.6	4.3	48	
22	+10°	127	1504	〃	〃	343	250.0	6.1	3.3	44	
23	+5°	121	1514	小雨	〃	340	237.7	10.6	2.4	27	
24	0°	127	1521	〃	〃	320	251.5	8.5	0.8	25	
25	−5°	129	1535	〃	〃	310	246.1	6.1	0	—	
26	−10°	134	1542	〃	〃	330	239.0	13.5	−0.4	47	
27	−15°	128	1553	〃	〃	75〜29	143.8	10.8	−1.3	53	
27′	−15°	125	1558	〃	〃	16〜4	165.6	10.4	−1.5	56	
28	−20°	124	1602	〃	〃	31〜10	212.1	9.3	−2.2	78	

木造以西底曳網漁船の船型試験成績

小　林　　務

Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-boat Trawler

Tsutomu KOBAYASHI

ABSTRACT

This report shows experimental results of model tests of an old type wooden two-boat trawler, a modern type wooden two-boat trawler improved from the old type and a wooden tuna long line and mackerel fishing boat which has similar hull form to these trawlers.

1) Boats tested are as follows:

i) Old type wooden two-boat trawler (Type A)
Lines are shown in Fig. 1 (Page 14)
G.T. : 70 T　L×B×D : 24.90 m×4.56 m×2.67 m
L/B : 5.46　B/D : 1.71

ii) The modern type wooden two-boat trawler (Type B)
Lines are shown in Fig. 2 (Page 14)
G.T. : 70 T　L×B×D : 23.50 m×4.52 m×2.70 m
L/B : 5.26　B/D : 1.66

iii) Wooden tuna long line and mackerel fishing boat (Type C)
Lines are shown in Fig. 3 (Page 14)
G.T. : 65 T　L×B×D : 21.70 m×4.49 m×2.46 m
L/B : 4.93　B/D : 1.74

2) Method of the experiments and analyses are as follows:

Three different trims are arranged for each condition of these three boats, and the results are shown in Table 1, 2 and 3. The length of each model is 2.5 m, and model (B) and (C) are made of paraffin, but (A) is of polyester resin reinforced by grass-fiber and finished with lacquer on its surface.

The results are shown by E. H. P～Speed curves applying frictional resistance formulae,

$$R_f=\sigma\lambda\{1+0.0043(15-t)\}S\cdot V^{1.825}$$

and $V/\sqrt{Lg}$ (Froude Number) $\sim C_w=R_w\Big/\frac{1}{2}\rho\nabla^{2/3}V^2$ curves.

3) Results of the tests are as follows:

The curves of effective horse power of model A, B and C are shown in Fig. 4, 5 and 6 (Page 17, 18, 19), and the curves of wave making resistance coefficient are shown in Fig. 7, 8 and 9 (Page 22, 23, and 24),

i) Comparison of these boats on the effective horse power curve:

a) In case where the displacement of each boat is 90 tons with trim of 0.06 L by stern, the curves show that the speed for same horse power is greater in order of boats A, B and C for speed between 7.0 and 9.5 knots, but among them the difference between A and B is quite small; namely, at speed of 7.0, 8.0, 9.0 and 9.5 knots, the values of effective horse power of boat B are greater than those of boat A, by 3.5, 3.0, 8.3, and 7.1%, and those of boat C are greater than those of boat A, by 17.3, 24.1, 39.7. and 46.3%.

b) When the displacement of each boat is 109 tons with trim of 0.03 L by stern, the curves show that the effective horse power is greater in order of boat A, B and C for speed between 7.0 and 9.0 knots. That is, at each speed of 7.0, 8.0 and 9.0 knots the values of effective horse power of boat B are greater than those of boat A by 4.9, 6.2 and 14.0%, and those of boat C are greater than those of Boat A by 23.5, 24.4 and 36.7%.

ii) Comparison of the wave making resistance coefficient C_w :

a) The old type wooden two-boat trawler (Type A): When the value of $V/\sqrt{Lg}$ is between 0.22 and 0.29 (those correspond to 6.5 and 8.5 knots of actual ship's speed), the values of C_w in three trimed conditions are almost equal each other. This result shows that the increase of the wave making resistance is proportional to the increase of the displacement, but the effect of the trim is quite small for same displacement. However, in light condition when the value of $V/\sqrt{Lg}$ is above 0.29 (8.5 knots of actual ship's speed), and in half load condition when that is above 0.31 (9 knots of actual ship's speed), the curves of C_w show hump and hollow and the trim is very effective to reduce the wave making resistance.

b) The improved type wooden two-boat trawler (Type B): When the value of $V/\sqrt{Lg}$ is above 0.20 (6.0 knots of actual ship's speed), the values of C_w in three trimed conditions are quite equal each other, and the hump and hollow of those curves are not clear, and in both lower and higher speed the large trim by stern makes the wave making resistance smaller in light condition, so this type is quite beneficient for practical use.

In full load condition, the curves of this type have hump at 0.24 (7 knots of actual ship's speed) of $V/\sqrt{Lg}$, and trim by stern of 0.0125 L which is usually used in practical fishing operation makes the value of C_w smallest.

c) The wooden tuna long line and mackerel fishing boat (Type C): The curves of C_w in several conditions are remarkably different one another. In light condition, only when $V/\sqrt{Lg}$ is above 0.30, the trim by stern makes the values of C_w smaller. In half load condition, trim by stern is not efficient at any case. In full load condition remarkable hump and hollow are shown in the curves of C_w at 0.24 of $V/\sqrt{Lg}$ (6.5 knots of actual ship's speed) and 0.27 (7.5 knots of actual ship's speed), respectively so trim by stern is not beneficient for speed under 7.5 knots.

d) Comparison among Type A, B and C:

(α) Comparison between A and B type: Type A is more beneficient than type B when $V/\sqrt{Lg}$ is above 0.31, because the curves of C_w have a hump where $V/\sqrt{Lg}$ is between 0.29 and 0.31 (8.5 knots and 9 knots of actual ship's speed) and the slopes of the curves become smaller above this hump. But type A is not necessarily beneficient, and especially it is always not beneficient in lower speed. In light condition under 0.06 L trim by stern C_w is quite small and it is quite beneficient to use this condition which is often used practically,

Type B is more beneficient than type A in half load condition when $V/\sqrt{Lg}$ is below 0.30 (8.8 knots of actual ship's speed), but type B is almost same as type A in full load condition when $V/\sqrt{Lg}$ is under 0.28 (8.3 knots) Generally speaking type B is better than type A for practical use.

(β) Comparison between A, B and C: The values of C_w for type C are always higher than those of type A and B for the corresponding condition of the type A and B.

Note: When type C is compared with a standard wooden tuna long line and bonito fishing boat (Type D) which has almost same gross tonnage as type C, the values of C_w of type C is always higher than those of type D in any corresponding conditions, and the values of type D is between those of type A and B.

項目

はしがき
1. 3種の船型とその特徴
   (1) 従来型木造以西底曳網漁船 (A)

　　（2）　改良型木造以西底曳網漁船（B）
　　（3）　木造鮪延縄及び鯖釣漁船（C）
2.　試験方法及び試験成績の表示法
3.　試　験　成　績
　　（1）　有効馬力曲線に依る比較
　　（2）　造波抗抵係数曲線に依る比較
む　す　び

は し が き

当研究室に於ては、漁業種別の代表船型選定の為に、目下資料蒐集中であるが、その中木造以西底曳網漁船については、水産庁漁船課下関分室に於て管轄内の検査済の漁船或は検査は実施してないが現存する漁船の中で、代表船型と推定される船型を選出し、その資料を送附して来たので、ここに、その船型を紹介し、模型に依る抵抗試験成績を述べることにする。尚当研究室に於ては、通常阿波型船型と称する顕著な特徴のある船型の特性を把もうと懸案していたが、上記の木造以西底曳網漁船はこの範疇にあり、更に鹿児島地方に多く存する木造鮪延縄漁船又は鯖釣漁船も同系の船型と推定されるので、併せてここに船型の紹介と試験成績の報告を試みた。

1. 三種の船型とその特徴

木造以西底曳網漁船を含む阿波型船型の大きい特徴と思はれる点は次の諸点である。

先づ船の主要寸法であるが、これを同程度の総噸数を有する他の漁業種の漁船と比較すると、船長・幅比 L/B は大きく、且幅深さ比 B/D は小さい。即ち、比較的細長い船型であることが第一の特徴である。ちなみに 60～80 噸の総噸数を有する漁業種別漁船の L/B と B/D の大略の範囲を示すと次表の通りである。

	総　噸　数	L/B	B/D
以西底曳網漁船	60 ～ 80 噸	5.1 ～ 5.3	1.8 ～ 1.7
以東　〃	〃	4.7 ～ 4.9	2.1 ～ 2.0
鰹鮪漁船	〃	4.5 ～ 4.7	2.1 ～ 2.0
鯖釣漁船	〃	4.5 ～ 4.7	2.0 ～ 1.9
巾着網漁船	〃	4.2 ～ 4.5	2.2 ～ 2.0

次に船底勾配（ライズ・オブ・フロアー）が比較的大きく、且つ、船底部が上方に大きく彎曲し凹型になつているものが多い。

船型は和船型、和洋折衷型、西洋型と種類が多いので船首尾の型もこれに伴ひ、角船尾・丸船尾・巡洋艦型船尾と種々ある。但し、肋骨線形状は西洋型船型も和船型から変化した形跡がある。一例として、彎曲部は稜線をなくして丸型にしたに過ぎない様に思われ、その周辺の型は和船型に類似している。

以上がその特徴の概略であるが、次に試験に供した船型を紹介しよう。

（1）　従来型木造以西底曳網漁船……記号 A

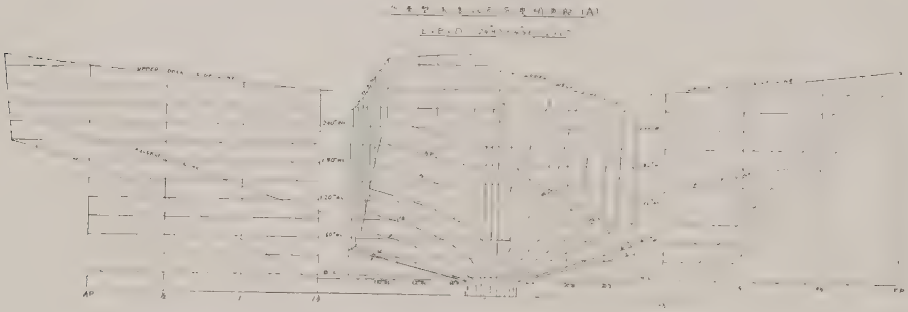
本船の主要項目は次の通りであり、その線図は第1図に示している。

総　噸　数	約 70 噸
L × B × D	24.90米 × 4.56米 × 2.67米
L/B	5.46
B/D	1.71

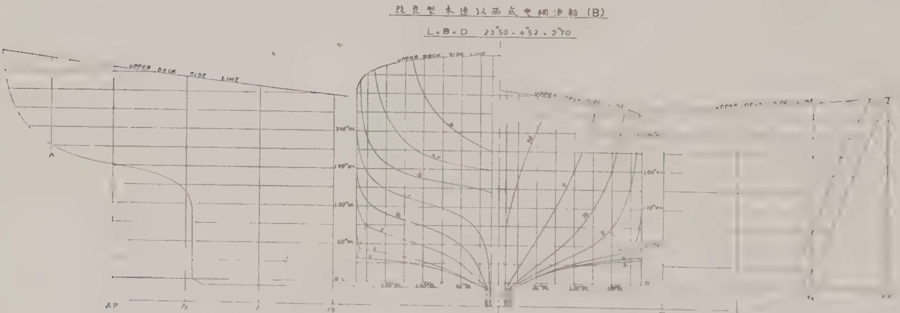
此の船型は戦前及終戦直後まで、四国及び北九州地方に於て 40～70 噸の和船型以西底曳網漁船（但し、舵杆、船尾材を有し西洋型舵を有している点は、和洋折衷型と云へるかも知れないが、その他の形状の点では全長にわたり和船型である。）として盛んに建造され、現在でも相当数の老朽船が残在しているが、その後は、この改良型が表はれて此の船型を圧倒し、現在では殆んど建造される傾向はない。以下簡略の為に本船を記号でAと呼び、同様に B，C を夫々次にあげる改良型木造以西底曳網漁船及び鮪延縄漁船の記号とする。

（2） 改良型木造以西底曳網漁船……記号 B

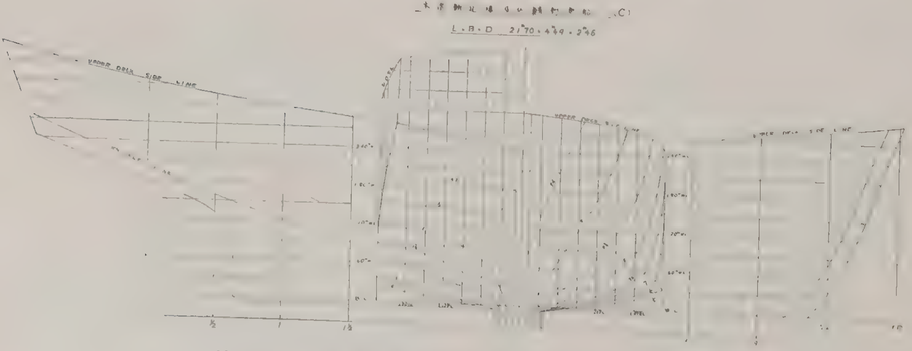
本船の主要項目は次の通りであり、その線図は第2図に示している。


(A)
L・B・D
UPPER DECK SIDE LINE
AP
FP

第1図 従来型底曳船 (Type A) ： 線図


改良型木造以西底曳網漁船 (B)
L・B・D 23°50・4°52・2°70
UPPER DECK SIDE LINE
A
AP
FP

第2図 改良型底曳船 (Type B) ： 線図


(C)
L・B・D 21°70・4°49・2°46
UPPER DECK SIDE LINE
FP

第3図 鮪延縄・鯖釣船 (Type C) ： 線図

総噸数	約 70 噸
L×B×D	23.50米×4.52米×2.70米
L/B	5.25
B/D	1.66

此の船型は従来型の改良型として、戦後北九州に於て盛んに建造される傾向にあり、総噸数は 75～80 噸のものが多い。

（3） 木造鮪延縄及び鯖釣漁船……記号 C

本船の主要項目は次の通りであり、その線図は第3図に示している。

総噸数	約 65 噸
L×B×D	21.70米×4.49米×2.46米
L/B	4.93
B/D	1.74

此の船型は鹿児島県下で数年前より急激に大型化して来た 60～80 噸の木造鮪延縄及び鯖釣漁船で、前記の底曳網漁船とは L/B, B/D を少しく異にし、比較的船長が短い様であるが、この船型は肋骨線形状が従来型以西底曳漁船とその改良型との中間的な和洋折衷型であるために、三者の比較試験を実施した次第である。尚、本船と漁業種類を同じくする農林省標準型鰹鮪漁船総噸数：55 噸（L×B×D=20.50米×4.722米×2.395米、L/B=4.46、B/D=2.00）との簡単な比較を試みた。尚、鰹鮪漁船をDと略記することにする。

2. 試験方法及び試験成績の表示法

(1) 試験方法

試験は A, B, C の3船共に 2.5 米の模型船を使用して、第1表、第2表及第3表に示す通り、従来の要領で軽荷、半載、満載の3状態について、夫々トリムを3段階に変化せしめ、合計9状態を実施し、あらゆる状態の成績を知るに便利にしている。但し、模型船の都合で実動状態に近いトリムの取れない場合が出て来たのは止むを得ない。ここに、B, C の2船はパラフィン製模型を使用しているが、Aは最初の試みとしてポリエステル樹脂で製作し、表面をラッカー仕上げしたものを使用している。

第1表 従来型木造以西底曳網漁船（A）の試験状態

状態 Condition	排水量 Δ (t)	トリム Trim (m)	幅 B (m)	水線長 Lwl (m)	吃水 Draft (m) A.P.	Mean	F.P.	浸水表面積 W.S. (m^2)
軽荷 Light	90	0	4.56	23.31	1.689	1.689	1.689	135.60
		0.03 L by stern	〃	23.92	2.065	1.689	1.312	139.13
		0.06 L by stern	〃	25.58	2.377	1.623	0.870	139.23
半載 Half load	130	0	4.56	24.22	2.154	2.154	2.154	155.33
		0.02 L by stern	〃	24.92	2.364	2.113	1.862	157.47
		0.04 L by stern	〃	25.28	2.575	2.073	1.571	161.59
満載 Full load	170	0	4.56	25.31	2.580	2.580	2.580	184.68
		0.01 L by stern	〃	25.27	2.681	2.556	2.430	184.08
		0.02 L by stern	〃	25.31	2.781	2.530	2.279	183.50

第 2 表　改良型木造以西底曳網漁船（B）の試験状態

状　態 Condition	排水量 Δ (t)	トリム Trim (m)	幅 B (m)	水線長 Lwl (m)	吃水 Draft (m)			浸水表面積 W.S. (m^2)
					A.P.	Mean	F.P.	
軽　荷 Light	73.64	0	4.52	23.02	1.540	1.540	1.540	143.48
		0.0302 L by stern	〃	22.92	1.900	1.541	1.182	141.84
		0.0604 L by stern	〃	23.19	2.220	1.500	0.800	138.96
半　載 Half load	115.38	0	4.52	23.22	2.020	2.020	2.020	165.86
		0.015 L by stern	〃	23.39	2.210	2.025	1.840	165.62
		0.030 L by stern	〃	24.01	2.380	2.030	1.680	166.22
満　載 Full load	158.44	0	4.52	24.46	2.500	2.500	2.500	197.51
		0.0125 L by stern	〃	24.63	2.640	2.490	2.340	193.03
		0.025 L by stern	〃	24.75	2.780	2.485	2.190	201.20

第 3 表　木造鮪延縄及び鯖釣漁船（C）の試験状態

状　態 Condition	排水量 Δ (t)	トリム Trim (m)	幅 B (m)	水線長 Lwl (m)	吃水 Draft (m)			浸水表面積 W.S. (m^2)
					A.P.	Mean	F.P.	
軽　荷 Light	70.14	0	4.49	21.01	1.406	1.406	1.406	117.30
		0.0428 L by stern	〃	21.28	1.836	1.371	0.907	112.14
		0.0857 L by stern	〃	22.86	2.230	1.300	0.370	119.60
半　載 Half load	92.59	0	4.49	21.10	1.675	1.675	1.675	129.88
		0.018 L by stern	〃	21.12	1.862	1.665	1.471	131.14
		0.036 L by rtern	〃	21.31	2.040	1.650	1.259	132.41
満　載 Full load	118.94	0	4.49	21.22	2.002	2.002	2.002	147.41
		0.0143 L by stern	〃	21.22	2.140	1.985	1.830	147.30
		0.0286 L by stern	〃	21.67	2.260	1.950	1.640	147.52

（2） 試験成績の表示法

従来当研究室に於ては、水槽試験より得た模型船の全抵抗を実船の有効馬力に換算する際に、摩擦抵抗の算出は旧海軍技術研究所で使用していた Froude 方法に準じて修正した摩擦式に依つて行つていたが、今回からは、水槽委員会設定の Froude の摩擦式を使用することにした。

又、造波抵抗係数 C_w の算出法は、既に技報第 6 号から水槽委員会設定の摩擦式を使用している。（技報第 5 号までは旧海軍技研の摩擦式を使用した為に剰余抵抗係数の記号を C_r として C_w と区別している。）

即ち上記を式で表わせば次の通りである。

$$R_f=\sigma\lambda\{1+0.0043(15-t)\}S\cdot V^{1\cdot825}$$

茲に　R_f ………摩擦抵抗（kg）

σ …………流体の比重

λ …………摩擦抵抗係数にして　$\lambda=0.1392+\dfrac{0.258}{2.68+L}$　　（L………水線長 m）

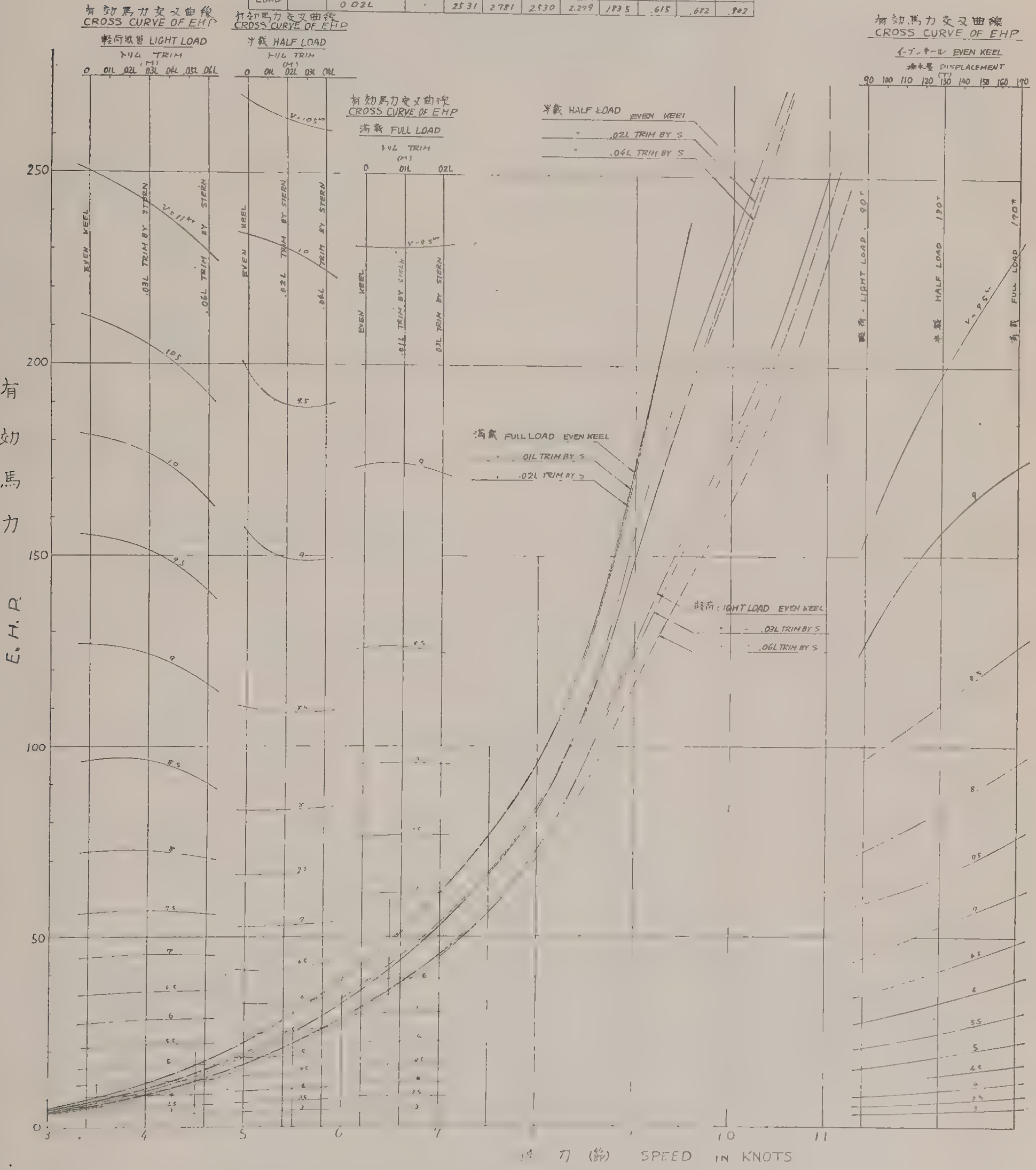
t …………流体の温度（℃）

S…………浸水表面積（m^2）

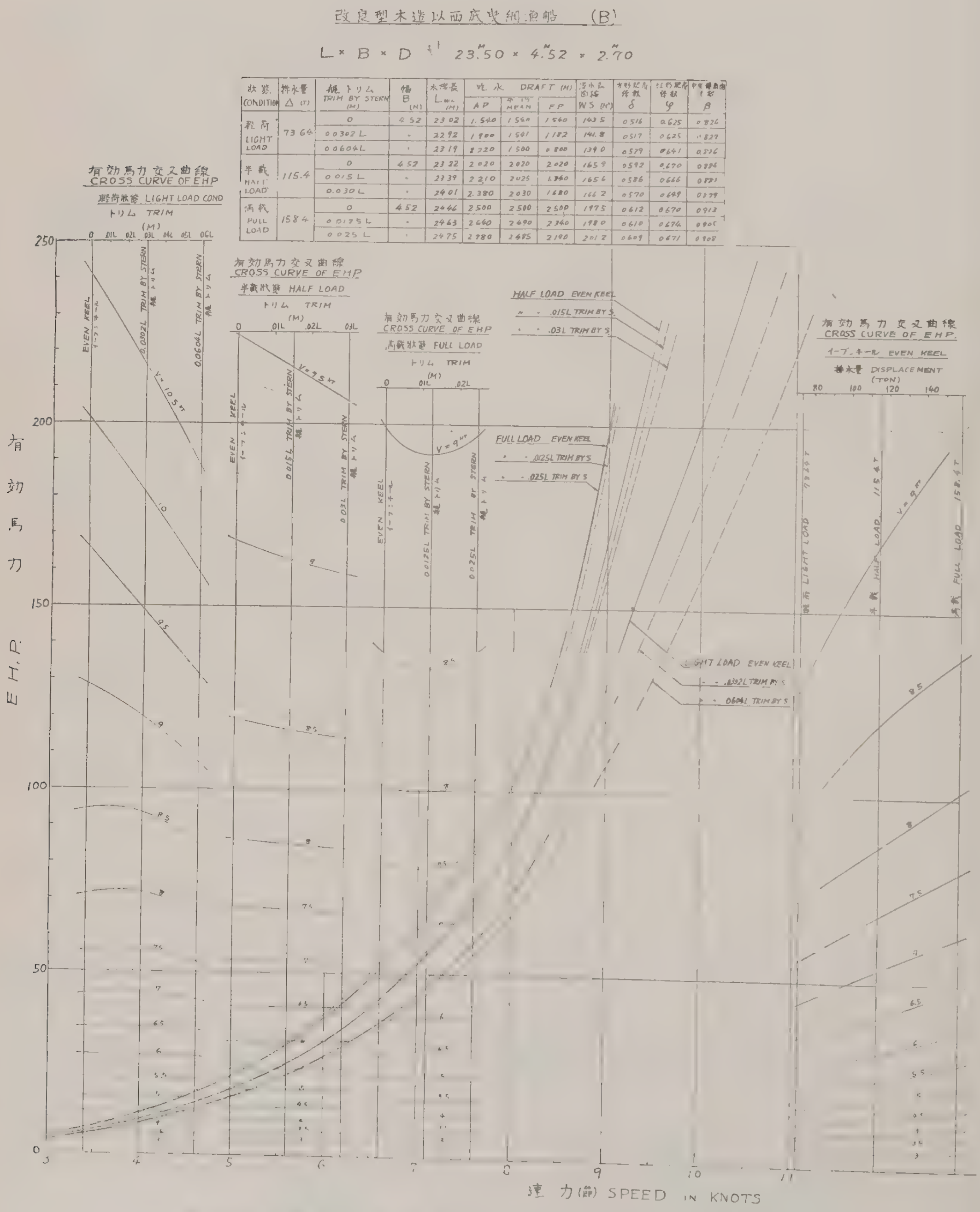
従来型木造以西底曳網漁船　(A)

L × B × D　24.90ᴹ × 4.56ᴹ × 2.667ᴹ

状態 CONDITION	排水量 Δ (T)	縦トリム TRIM BY STERN (M)	幅 B (M)	水線長 L_{WL} (M)	吃水 DRAFT (M) AP	MEAN	FP	浸水表面積 WS (M²)	方形肥瘠係数 δ	柱形肥瘠係数 φ	中央横截面係数 β
軽荷 LIGHT LOAD	90.0	0	4.56	23.31	1.689	1.689	1.684	136.6	.550	.643	.856
		0.03L	〃	23.92	2.065	1.689	1.312	139.1	.537	.624	.860
		0.06L	〃	25.58	2.377	1.624	0.870	139.2	.528	.619	.856
半載 HALF LOAD	130.0	0	4.56	24.22	2.154	2.154	2.154	155.3	.526	.658	.891
		0.02L	〃	24.92	2.364	2.113	1.862	157.5	.581	.654	.888
		0.04L	〃	25.28	2.575	2.093	1.571	161.5	.587	.656	.897
満載 FULL LOAD	170.0	0	4.56	25.31	2.580	2.580	2.580	184.7	.603	.667	.904
		0.01L	〃	25.27	2.681	2.556	2.430	184.1	.610	.675	.906
		0.02L	〃	25.31	2.781	2.530	2.279	183.5	.615	.682	.902



第４図　従来型底曳船 (Type A) ： 有効馬力曲線



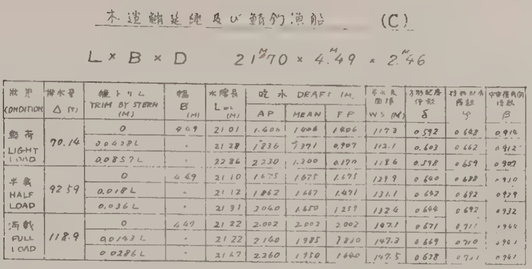
改良型木造以西底曳網漁船 (B)

L × B × D 米 23.50 × 4.52 × 2.70

状態 CONDITION	排水量 △ (T)	艉トリム TRIM BY STERN (M)	幅 B (M)	水線長 Lwl (M)	吃水 DRAFT (M) AP	平均 MEAN	FP	浸水表面積 WS (M²)	方形肥瘠係数 δ	柱形肥瘠係数 φ	中央横截面係数 β
軽荷 LIGHT LOAD	73 64	0	4 52	23 02	1.540	1 560	1 540	143 5	0 516	0.625	0 826
		0 0302 L	·	22 92	1 900	1 541	1 182	141.8	0 517	0 625	0 827
		0 0604 L	·	23 19	2 220	1 500	0 800	139 0	0 579	0 641	0.836
半載 HALF LOAD	115.4	0	4 52	23 22	2 020	2020	2 020	165 9	0 592	0.670	0 886
		0 015 L	·	23 39	2 210	2025	1.840	165 6	0 586	0 666	0 881
		0.030 L	·	24 01	2.380	2030	1 680	166 2	0 570	0 649	0 879
満載 FULL LOAD	158 4	0	4 52	24 46	2 500	2 500	2 500	197 5	0 612	0 670	0 913
		0 0125 L	·	24 63	2 640	2 490	2 340	198 0	0 610	0 674	0 905
		0 025 L	·	24 75	2 780	2 485	2 190	201 2	0 609	0 671	0 908

有効馬力交叉曲線
CROSS CURVE OF EHP
軽荷状態 LIGHT LOAD COND
トリム TRIM (M)
0 .01L .02L .03L .04L .05L .06L
EVEN KEEL イーブンキール
0.0302L TRIM BY STERN 艉トリム
0.0604L TRIM BY STERN 艉トリム
V = 10.5KT
10
9.5
9
8.5
8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
有効馬力交叉曲線
CROSS CURVE OF EHP
半載状態 HALF LOAD
トリム TRIM (M)
0 .01L .02L .03L
V = 9.5KT
EVEN KEEL イーブンキール
0.015L TRIM BY STERN 艉トリム
0.03L TRIM BY STERN 艉トリム
有効馬力交叉曲線
CROSS CURVE OF EHP
満載状態 FULL LOAD
トリム TRIM (M)
0 .01L .02L
V = 9KT
EVEN KEEL イーブンキール
0.0125L TRIM BY STERN 艉トリム
0.025L TRIM BY STERN 艉トリム
HALF LOAD EVEN KEEL
〃 〃 .015L TRIM BY S.
〃 〃 .03L TRIM BY S.
FULL LOAD EVEN KEEL
〃 〃 .0125L TRIM BY S
〃 〃 .025L TRIM BY S
LIGHT LOAD EVEN KEEL
〃 〃 .0302L TRIM BY S
〃 〃 .0604L TRIM BY S
有効馬力交叉曲線
CROSS CURVE OF EHP
イーブンキール EVEN KEEL
排水量 DISPLACEMENT (TON)
80 100 120 140
軽荷 LIGHT LOAD 73.64T
半載 HALF LOAD 115.4T
満載 FULL LOAD 158.4T
V = 9KT
8.5
8
7.5
7
6.5
6
5.5
5
4.5
4
3.5
3
有効馬力
E.H.P.
250
200
150
100
50
0
3 4 5 6 7 8 9 10 11
速力(節) SPEED IN KNOTS

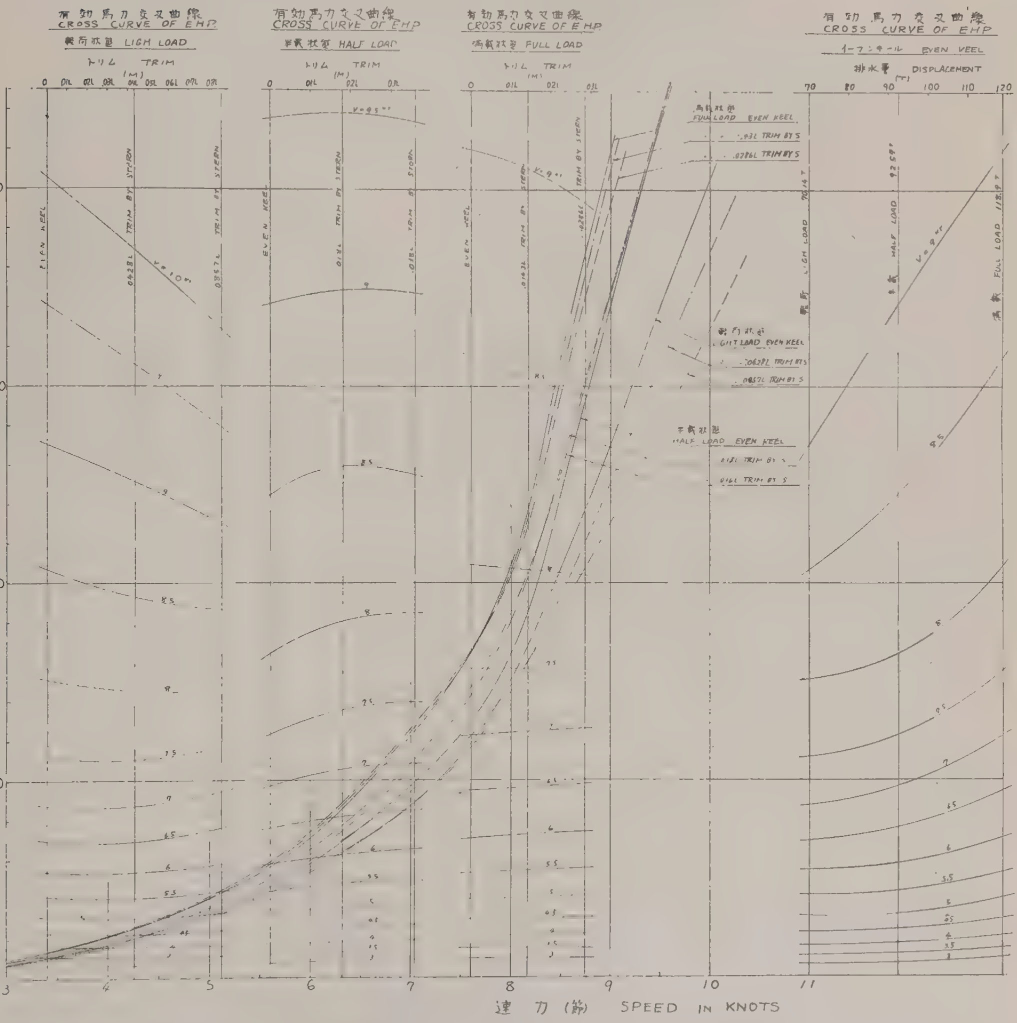
第5図 改良型底曳船 (Type B) : 有効馬力曲線



木造鮪延縄及び鯖釣漁船 (C)

L × B × D 21.70 × 4.49 × 2.46

状態 CONDITION	排水量 Δ (T)	縦トリム TRIM BY STERN (M)	幅 B (M)	水線長 Lwl (M)	吃水 DRAFT (M) AP	MEAN	FP	浸水表面積 WS (M²)	方形肥瘠係数 δ	柱形肥瘠係数 φ	中央横断面係数 β
軽荷 LIGHT LOAD	70.14	0	4.49	21.01	1.406	1.406	1.406	117.3	0.592	0.648	0.912
		0.0428L	・	21.28	1.836	1.371	0.907	112.1	0.603	0.662	0.912
		0.0857L	・	21.86	2.230	1.200	0.170	118.6	0.598	0.659	0.907
半載 HALF LOAD	92.59	0	4.49	21.10	1.675	1.675	1.675	129.9	0.640	0.688	0.930
		0.018L	・	21.12	1.862	1.667	1.471	131.1	0.642	0.692	0.929
		0.036L	・	21.31	2.040	1.650	1.259	132.4	0.644	0.692	0.932
満載 FULL LOAD	118.9	0	4.49	21.22	2.002	2.002	2.002	147.1	0.671	0.711	0.944
		0.0143L	・	21.22	2.160	1.985	1.810	147.3	0.669	0.710	0.901
		0.0286L	・	21.47	2.260	1.950	1.640	147.5	0.678	0.721	0.961



第6図 鮪延縄・鯖釣船 (Type C) : 有効馬力曲線

V…………船の速力（m/sec）

又 $C_w = R_w \Big/ \frac{1}{2}\rho\nabla^{2/3}V^2$

茲に C_w ………造波抵抗係数

R_w ………造波抵抗（kg）　$R_w = R_t - R_f$　（R_t………全抵抗 kg）

ρ…………流体の密度（$kg \cdot sec^2/m^4$）

∇…………排水容積（m^3）

V…………船の速力（m/sec）

$V/\sqrt{Lg}$ ………フルード数

V…………船の速力（m/sec）

L…………船の水線長（m）

g…………重力の加速度（m/sec^2）

3. 試験成績

（1） 有効馬力曲線に依る比較

模型の抵抗試験の結果を、実船の有効馬力に換算して次に示す有効馬力及び有効馬力交叉曲線を得た。即ち、第4図、第5図及び第6図は夫々従来型木造以西底曳網漁船（A）、改良型木造以西底曳網漁船（B）及び鹿児島県鮪延縄及び鯖釣漁船（C）のものを示している。

A，B，C 3船の夫々の船体抵抗上の特性と3船相互の優劣を論ずるのは、次の項に述べるフルード数 $V/\sqrt{Lg}$ を基底とする造波抵抗係数曲線. C_w 曲線に依つて行うのが最も合理的であるから、細部にわたる比較は次項に譲ることとし、此の項に於ては各船型の速力を基底とする有効馬力曲線を紹介し、3船の等排水量、等船尾トリム状態について比較してみよう。尚、農林省標準型鰹鮪漁船（D）の試験成績（技報第3号の木造運搬漁船の成績を参照されたい。此の木造運搬漁船は上記鰹鮪漁船の船型をそのまま転用したものである。）をもCの比較の対象とした。

a. 排水量 90 瓲、船尾トリム 0.06 L の状態で4船型を速力7節から9.5節の間で比較すると次の表を得る。表中の正負符号と百分率はAを基準として有効馬力の高低を表はしたものである。

速力（節）	有効馬力					
	A	B		C		D
			%		%	
7	45.2	46.8	+3.5	53.0	+17.3	21.5
7.5	56.2	56.8	+1.4	67.0	+19.2	31.0
8	70.5	72.7	+3.0	88.0	+24.1	48.0
8.5	90.2	95.5	+5.9	116.5	+29.2	69.0
9	116.3	126.0	+8.3	162.5	+39.7	89.0
9.5	140.8	154.0	+7.1	206.0	+46.5	108.5

之に依ると、BはAよりもこの速力の範囲では僅かに有効馬力は高いが、Cは可成高い値を示し、Cは船体抵抗の大きい船型であると思はれる。尚、DはA, B, C 3船よりも遙かに低く、特にCとの差は著しい。

b. 排水量 119 瓲、船尾トリム 0.03 L の状態で4船型を速力7節から9節の間で比較すると次の表の様になる。

速力（節）	有効馬力					
	A	B		C		D
			%		%	
7	51.0	53.5	+4.9	63.0	+23.5	24.5
7.5	63.5	67.0	+5.5	79.0	+29.9	36.0
8	80.5	85.5	+6.2	100.2	+24.2	59.5
8.5	105.5	116.5	+10.5	147.5	+39.8	89.0
9	143.0	163.5	+14.0	195.5	+36.7	117.0

此の状態に於てもＢ及びＣはＡよりも高く、前記の状態よりも更に差は大きくなつている。尚、ＤとＣの差は幾分小さくなつているが、相当に大きい差を示していることは変りない。

a，b の比較に依ると、改良型底曳網漁船は、この速力の範囲内では有効馬力は従来型よりも却つて僅かに高くなつているが、之だけで両者の優劣を論ずることは出来ない。又、鮪延縄及び鯖釣漁船（C）は２種の底曳網漁船に比較して相当に高い有効馬力を示しているばかりか、同漁業種の鰹鮪漁船よりも遥かに高く、これだけの資料でも決して良好な船型とは云えない様に思われる。

（２） 造波抵抗係数曲線に依る比較

上記の試験成績を造波抵抗係数に換算し、フルード数を基底とする造波抵抗係数曲線に表はし、第７図、第８図及び第９図を得た。即ち、夫々従来型木造以西底曳網漁船（A）、改良型木造以西底曳網漁船（B）及び木造鮪延縄及び鯖釣漁船（C）のものを示している。表中の速力（節）は便宜上軽荷状態・イーブンキールのものを示しているが、他の状態もこれと大きい相違はないので、フルールド数との対比をし、有効馬力曲線と照し合せるのに便利にしてある。以下造波抵抗係数曲線に基いてこれ等３船の個々の成績を検討し、更に３船を比較してみることにする。

a. 従来型木造以西底曳網漁船（A）

この船型の特徴と思われる点は $V/\sqrt{Lg}=0.22\sim0.29$ (6.5〜8.5 節) では各状態を通じて C_w の値には著しい相違はない。即ち如何なる状態で使用しても C_w の値にはあまり影響しない。更に言換へれば、船速6.5〜8.5 節では、排水量の増大に伴う造波抵抗の増加は、排水量の増大に比例し、同一排水量ではトリムの変化の影響は比較的少いことを意味している。但し、軽荷状態では $V/\sqrt{Lg}=0.29$ (8.5 節) 以上に、又、半載状態は $V/\sqrt{Lg}=0.31$ (９節) 以上に大きいハンプ・ホローが現れ、更には船尾にトリムさせることに依り著しい C_w の減少が見られる。これは、この船型が和船型の角型であつて、全長にわたるナツクルラインを有している為に流線の剝離を生じ、船の長さを増加せしめる様な効果を生ずる故と思われる。

次に軽荷、半載及び満載の実用状態について展望しよう。

軽荷状態、船尾トリムの場合は実船の試運転状態に近い状態であり、その最大速力は9〜10節と推定されるが、$V/\sqrt{Lg}=0.31$ (９節) 附近でハンプを乗切ると $V/\sqrt{Lg}=0.34$ (10 節) 附近まで C_w 曲線は横ばいして、$V/\sqrt{Lg}$ が大きくなる割合に C_w の値の増加は少い。このことは、船速の逓増と共に摩擦抵抗は漸次増大するが造波抵抗の増分は極めて少く、この附近の船速で航走すると、主機の馬力を僅かに増加することに依り、容易に船速を増すことが出来ることを意味し、非常に有利な状態であると思われる。但し、8.5 節以下では船型学的には必しも有利であるとは云えない。

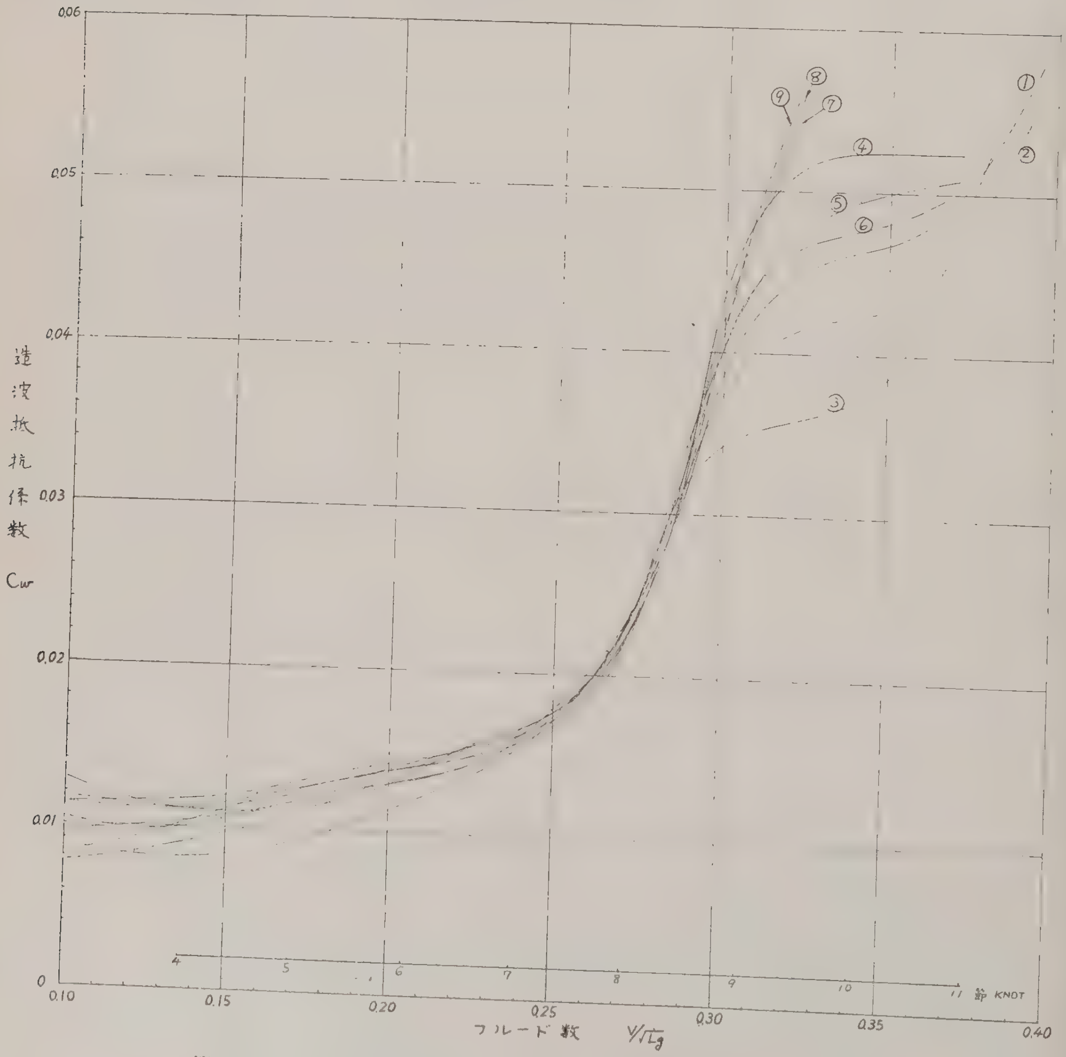
半載状態の船尾トリムの状態では、実用速力は $V/\sqrt{Lg}=0.31$ (９節) 未満と思われるが、この場合はハンプ・ホローが明瞭に現れている。C_w 曲線を見ると、この速力はハンプを乗切る前であるから実用状態は必しも有利であるとは云えない。

最後に、満載状態 7〜8 節では他の曲線群よりも、むしろ C_w の値は低く船型学的には有利な状態と思われる。

従来型木造底曳網漁船 (A)

L × B × D 24.90

	CONDITION	TRIM	δ	φ	β	B/T	L/B	∇/(L/10)³	CB (%)
1	LIGHT	0	.550	.643	.856	3.15	5.12	6.68	3.72
2	〃	.03L BY STERN	.537	.624	.860	3.15	5.25	6.18	6.86
3	〃	.06L 〃	.528	.619	.854	3.29	5.61	5.06	10.35
4	HALF LOAD	0	.586	.658	.891	2.38	5.32	8.72	4.41
5	〃	.02L BY STERN	.581	.654	.888	2.43	5.47	8.00	6.48
6	〃	.04L 〃	.587	.654	.897	2.49	5.54	7.66	8.71
7	FULL LOAD	0	.603	.667	.904	1.95	5.55	10.04	5.19
8	〃	.01L BY STERN	.610	.675	.904	1.97	5.54	10.08	6.00
9	〃	.02L 〃	.615	.682	.902	1.99	5.56	10.04	6.99

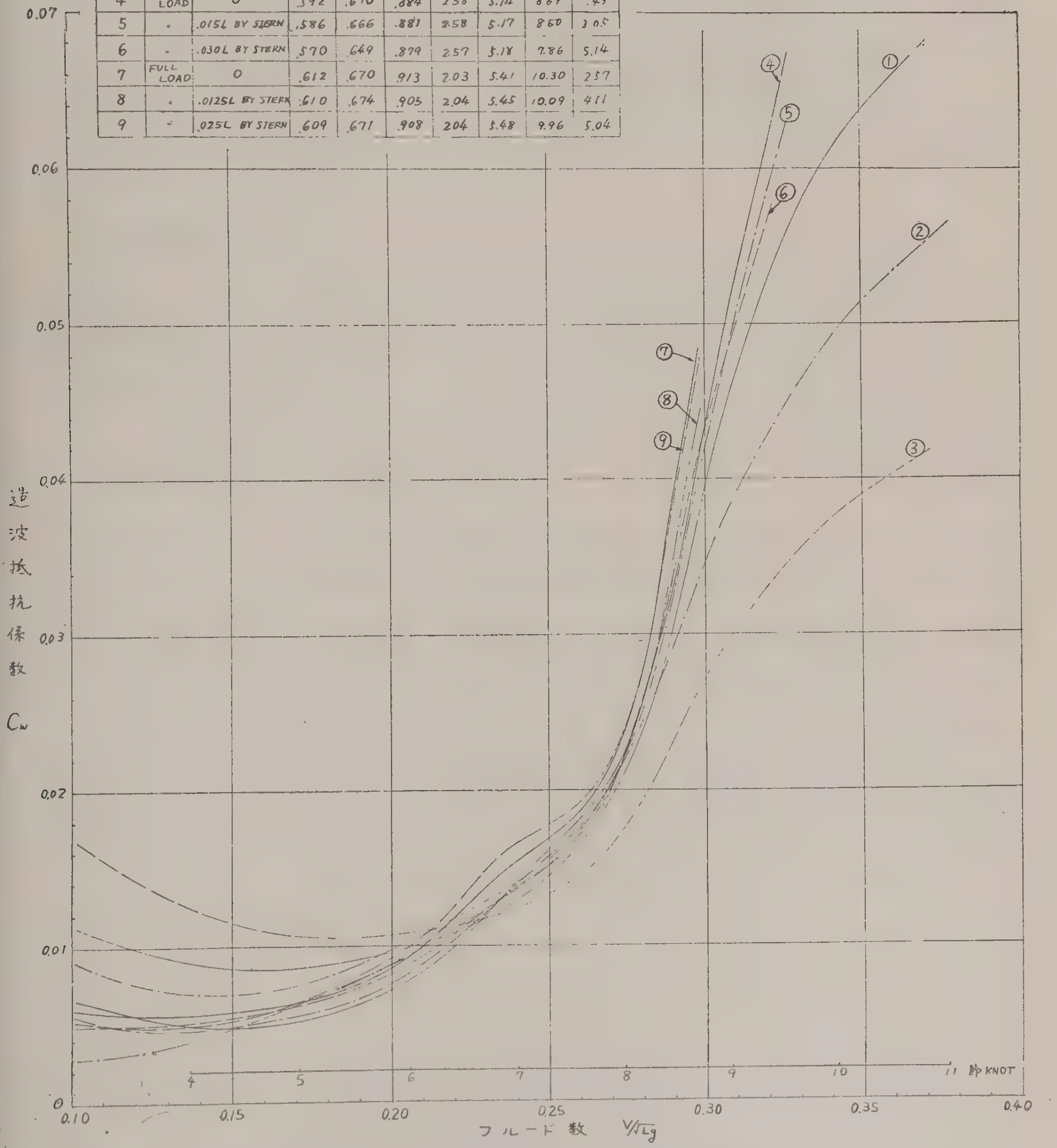


第 7 図 従来型底曳船 (Type A) : 造波抵抗係数曲線

改良型木造以西底曳網漁船 (B)

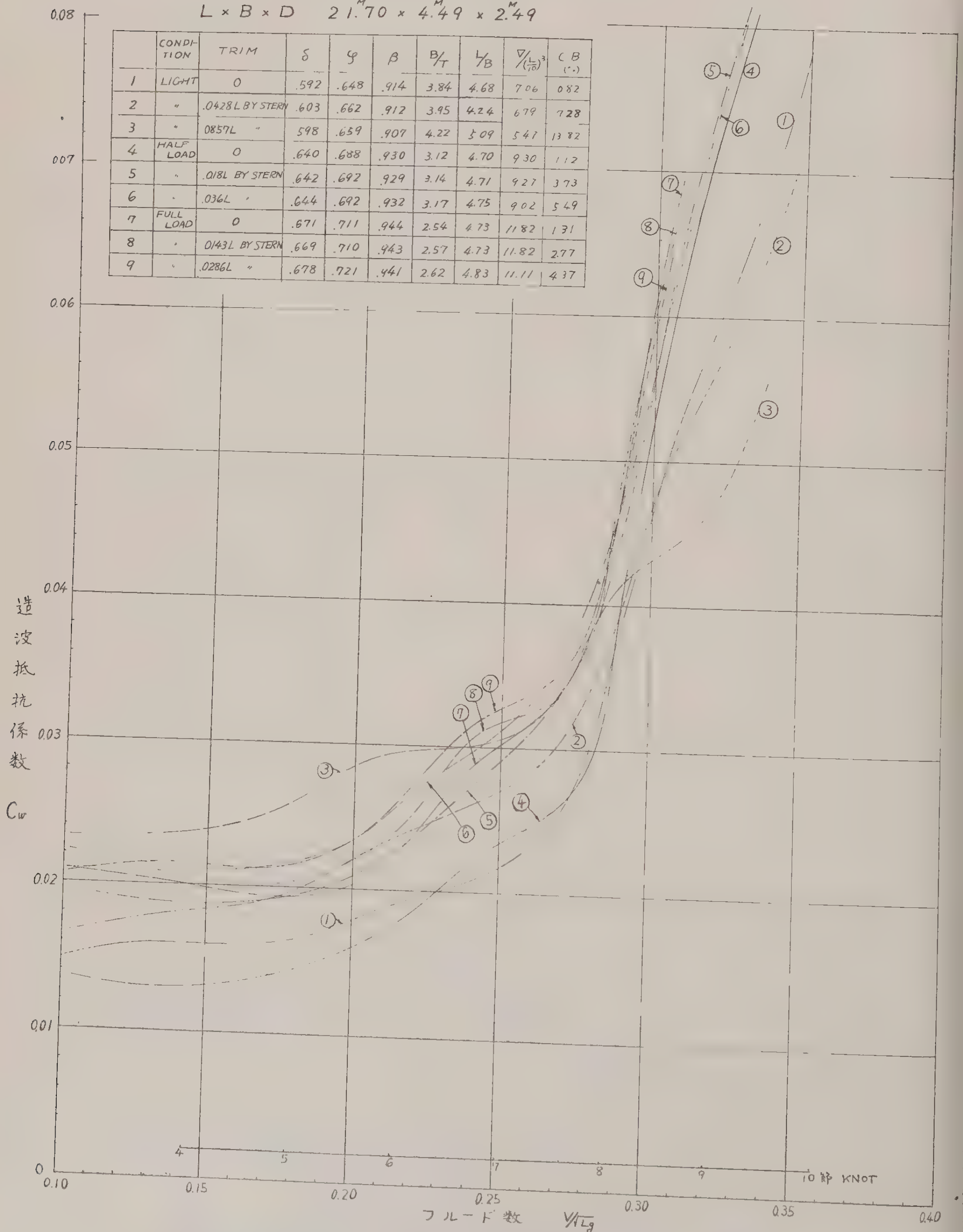
L × B × D　23.50ᴹ × 4.52ᴹ × 2.70ᴹ

	CONDITION	TRIM	δ	φ	β	B/T	L/B	$\nabla/(\frac{L}{10})^3$	C.B. (%)
1	LIGHT	0	.516	.625	8.26	3.56	5.09	5.58	0.07
2	〃	.0302L BY STERN	.517	.625	8.27	3.56	5.07	5.66	4.59
3	〃	.0604L BY STERN	.529	.641	8.26	3.67	5.13	5.46	7.64
4	HALF LOAD	0	.592	.670	.884	2.58	5.14	8.69	.49
5	〃	.015L BY STERN	.586	.666	.881	2.58	5.17	8.60	3.05
6	〃	.030L BY STERN	.570	.649	.879	2.57	5.18	7.86	5.14
7	FULL LOAD	0	.612	.670	.913	2.03	5.41	10.30	2.57
8	〃	.0125L BY STERN	.610	.674	.905	2.04	5.45	10.09	4.11
9	〃	.025L BY STERN	.609	.671	.908	2.04	5.48	9.96	5.04



第 8 図　改良型底曳船 (Type B) ： 造波抵抗係数曲線

木造鮪延縄及び鯖釣漁船 (C)



$L \times B \times D$ $21.^{M}70 \times 4.^{M}49 \times 2.^{M}49$

	CONDITION	TRIM	δ	φ	β	B/T	L/B	$\nabla/(\frac{L}{10})^3$	C B (%)
1	LIGHT	0	.592	.648	.914	3.84	4.68	7.06	0.82
2	"	.0428L BY STERN	.603	.662	.912	3.95	4.24	6.79	7.28
3	"	.0857L "	.598	.659	.907	4.22	5.09	5.41	13.82
4	HALF LOAD	0	.640	.688	.930	3.12	4.70	9.30	1.12
5	"	.018L BY STERN	.642	.692	.929	3.14	4.71	9.27	3.73
6	"	.036L "	.644	.692	.932	3.17	4.75	9.02	5.49
7	FULL LOAD	0	.671	.711	.944	2.54	4.73	11.82	1.31
8	"	.0143L BY STERN	.669	.710	.943	2.57	4.73	11.82	2.77
9	"	.0286L "	.678	.721	.441	2.62	4.83	11.11	4.37

第 9 図 鮪延縄・鯖釣船 (Type C) ： 造波抵抗係数曲線

b. 改良型木造以西底曳網漁船（B）

この船型は西洋型に近い丸型である為か、2、3 の特記すべき状態を除いては、各状態ともに C_w 曲線は可成良く一致し、排水量、トリムの変化に影響されることが少く、船型学上状態に左右されることの少い比較的安定した船型であると思われる。又、ハンプ・ホローは明瞭に現れていない点などが本船型の特徴であらう。

漁船の様に、状態・船速の変化のはげしい船では、この船型の様に状態が変化するにもかかわらず実用船速内で比較的安定した C_w 曲線を与えていることは、船の運用面で非常に有利であると思われる。

特記すべきことは、軽荷状態で船尾トリムが 0.0604 L, $V/\sqrt{Lg}$ が 0.23（6.5 節）以上では、他の曲線群に比べて著しく低い C_w を示していて、不明瞭であるが大きいハンプが表れていることである。この状態は実船の軽荷に近い状態であり、船体抵抗の上からは可成有利な状態であると云えよう。

又、満載状態では $V/\sqrt{Lg}=0.24$（7 節）附近にハンプが明瞭に表われ、船尾トリム 0.0125 L の場合の曲線は船尾トリム 0.025 L 及びイーブンキールの場合よりも低速から高速に至るまで低い C_w を与えているので、満載ではこのトリム状態が最も有利と思われる。

c. 木造鮪延縄及び鯖釣漁船（C）

此の船型の与えている C_w 曲線群を一見して目に付くことは、排水量の変化及びトリムの変化により C_w 曲線の相違が著しいことである。又、船尾トリムさせることは、軽荷状態の 8 節以上では有利であるが、その他の状態では、船尾トリムの効果は少いばかりか、却つて不利の場合が多い様に思われる。

即ち、軽荷状態の C_w 曲線は $V/\sqrt{Lg}=0.30$（8.5 節）以上では半載及び満載状態よりも可成低いが、トリム変化に依る C_w 曲線の相違が、$V/\sqrt{Lg}=0.30$ 附近を界にして $V/\sqrt{Lg}$ の低い部分と高い部分で顕著ある。このことは、8.5 節以上では船尾え大きく 0.0857 L トリムさせることに依り造波抵抗は著しく減少し、船体抵抗上有利であるが、8.5 節以下では逆にイーブンキールよりも相当に高くなつて、非常に不利である。

次に半載状態では船尾トリムさせることは、すべての $V/\sqrt{Lg}$ にわたり不利である結果が現れ、特に 6～8 節では、船尾トリム 0.036 L に過ぎないのに軽荷状態と同程度に船尾トリムが不利なことを伺うことが出来る。

又、満載状態では $V/\sqrt{Lg}=0.24$（6.5 節）及び 0.27（7.5 節）附近に夫々ハンプ及びホローが著しく現れているのも特性の一つと思はれ、船尾トリムさせることは 7.5 節以上でもあまり有利でなく、それ以下では却つて不利である。

以上の如く、本船型では状態の変化に依る C_w 曲線の差が著しく、且、船尾トリムさせると不利になるがこの型では前部長さの 1/4 が丸型で、どちらかと云へば前半部が西洋型に近く、後半部は殆んど和船型であるが垂線 1～2 の船底部を西洋型にしていること、及びナツクルラインの幅が非常に広いことなどが特徴であり、和洋折衷型の一船型である。この中の如何なる点が、如何様に造波抵抗に影響してかかる傾向をもたらしているか判然としないが、この様な船型は静水中の抵抗試験では、軽荷状態の高速部以外は船尾トリムの不利であることだけは判明した。

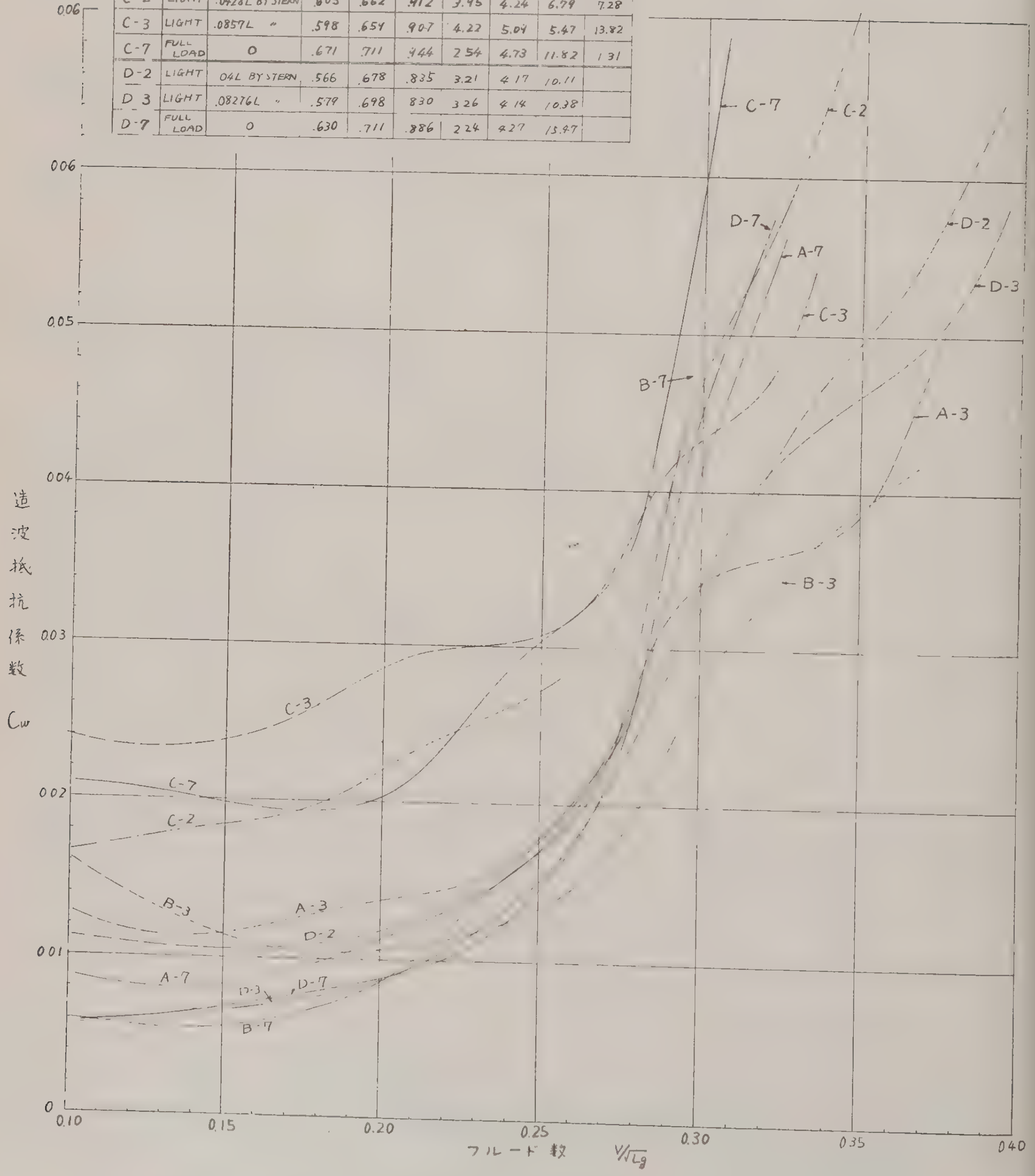
d. A, B, C 相互の比較

a, b 及び c 項に於て A, B, C 3 船の個々の特性について述べたのであるが、ここにこれら 3 船の優劣を比較検討してみたい。比較の方法として各状態毎に夫々類似したトリムについて行うことにする。

第 10 図は A, B, C の軽荷状態の船尾トリムと満載状態のイーブンキールの C_w 曲線を比較したものである。尚、農林省標準型鰹鮪漁船（D）の成績も併せ比較している。

イ. 先づ A と B を比較してみよう。 2 船型の示す C_w 曲線の大きい相違は A の軽荷及び半載状態が $V/\sqrt{Lg}=0.29$～0.31（8.5～9 節）で大きいハンプを示し、0.34～0.36（10～10.5 節）のホローまで曲線の傾

	CONDITION	TRIM	δ	φ	β	B/T	L/B	$\nabla/(L/10)^3$	C B
A-3	LIGHT	.06L BY STERN	.128	.614	.854	3.24	5.61	5.06	10.35
A-7	FULL LOAD	0	.603	.661	.404	1.45	5.45	10.04	5.19
B-3	LIGHT	.0604L BY STERN	.529	.641	8.26	3.67	5.13	5.46	7.64
B-7	FULL LOAD	0	.612	.670	.913	2.03	5.41	10.30	2.57
C-2	LIGHT	.0428L BY STERN	.603	.662	.912	3.45	4.24	6.79	7.28
C-3	LIGHT	.0857L 〃	.598	.654	.907	4.22	5.04	5.47	13.82
C-7	FULL LOAD	0	.671	.711	.944	2.54	4.73	11.82	1.31
D-2	LIGHT	.04L BY STERN	.566	.678	.835	3.21	4.17	10.11	
D-3	LIGHT	.08276L 〃	.579	.698	.830	3.26	4.14	10.38	
D-7	FULL LOAD	0	.630	.711	.886	2.24	4.27	13.47	



第 10 図 造波抗抵係数曲線比較図

斜が非常に小さいことである。

即ち $V/\sqrt{Lg}$ の高い部分に於ては、Aの方が遙かに有利と思はれるが、その他の部分では必しも有利ではなく、$V/\sqrt{Lg}$ の低い部分に於ては却つてBの方が有利である。中でも注目すべきことは、Bの軽荷状態・船尾トリム 0 06 L では $V/\sqrt{Lg}=0.34\sim0.36$ (10～10.5 節) でAと一致している以外は、Aよりも著しく低い値を示している。ここに実船の航行状態を考えると、この状態は実用載荷状態であり、実用速力の10 節附近までAよりもBの方が遙かに有利である。又、半載状態もトリムは 0.3～0.4 L と想定されるから、8.8 節附近で A, B 両者の C_w 曲線は一致して優劣は明確でないが、それ以下の速力ではBの方が優れている。尚、満載状態のイーブンキールは $V/\sqrt{Lg}=0.28$ (8.3 節) 以上ではAの方が有利であるが、実用速力の範囲内では $V/\sqrt{Lg}=0.24\sim0.28$ (7～8.3 節) で殆んど一致し、7節以下ではBの方が有利である。

以上の如く、改良型底曳網漁船（B）は実用範囲では従来型底曳網漁船（A）よりも優れた船型であると云ひ得ると思う。但し、これはあくまでも静水中の抵抗試験のみの成績であつて、波浪中を航行する実船の優劣をこれだけの資料で論ずることは出来ない。

ロ. 次にCをA及びBと比較してみることにする。図に見る様にCのあらゆる状態は A, B の夫々対応する状態よりも遙かに高い C_w の値を示している。このことを考へるに、Cの船型をA及びBと比較する際に、外見上の船型として、L/B, B/D 等がA及びBと多少の相違はあつたが、線図の正面線図がAからBに移向する中間の船型と思はれ、3船相互の比較のために、好対象と考へていたが、試験の成績と解析の結果を照合すと、A及びBよりも船体抵抗の見地からは不利な船型であることが分つた。本船の諸係数をA及びBと比較してみると、方形肥瘠係数 δ、中央横截面係数 β、B/T, L/B, $\Delta/\left(\frac{L}{10}\right)^3$ 等は何れも大きいことがわかる。即ち、A及びBよりも比較的船長が短く、幅が広く、肥型の船型であつて、これが船体抵抗の高い原因と思われる。

ハ. 最後にCをDと比較し、更にA及びBのDとの相互関係を考えてみよう。

前述の如くCはA及びBと比較して著しく高い C_w の値を示し、船体抵抗の上からは劣つた成績であつたが、Cは鰹延縄及び鯖釣漁船であるから、同種漁業の漁船と比較するのが順当であつて、外見上の類似から底曳網漁船と比較したのが無理の様にも考へられるために、ここに鰹鮪漁船であるDと比較してみよう。

しかし、第 10 図の比較図を見ると、この期待も裏切られて、Cの3状態の C_w 曲線は夫々対応するDの C_w 曲線よりも遙かに高くなつている。と云うよりは、むしろDの3本の C_w 曲線がA及びBの夫々対応する C_w 曲線の中間にあることの方が予想外であると云えよう。之を考える時、C_w は小さくても L/B が異常に大きいA及びその改良型Bの船型は、この種の鰹鮪漁船に比較して綜合的に見ると、必しも優れた船型であるとは云ひ難い。即ち、底曳網漁船の船型が、船体抵抗の見地から幅がせまくて細長い船型が定められているならば、多少静水中の抵抗値が少くても復原性を犠牲とするこの種の船型は一考の余地があるのではないかと思われる。しかし、操業面或は凌波性等の航海性能の面に、甚しく飛び離れて有利な点があるのならば別である。但し、念の為に付加へておくことは、船型学上最も合理的な船型の比較は、船の全抵抗の中の造波抵抗について行うのが妥当である。造波抵抗係数 C_w はフルード数 $V/\sqrt{Lg}$ を基底として論じられるので、前述の4船型の比較も同じフルード数について行つている。尚、フルード数は船の長さを考慮しているから、同じ速力でも2船の長さが異るとフルード数は違つて来る。従つて、実用上の同じ速力で何れが有利であるかを論ずるには、C_w の比較ではなくて有効馬力曲線に依るのがよい。又、上記の成績はすべて静水中の抵抗試験成績であることをおことわりしておく。

尚、Cの成績があまり良好でないので、その原因を究明したいと思うが、何としてもこの種の船型の資料が乏しく、早急解決は出来ないが、改良すべき余地は充分にあると思うので、追々に原因を解明して改善して行きたいと考えている。

以上で3船型の試験成績の紹介と比較検討を終りたいと思う。

むすび

今回の試験成績に於て、改良型木造以西底曳網漁船は、従来型の欠陥を補つて、実用範囲内では比較的良好な成績を示し、良く改良されているとは考えられるが、他種船型に比べて必しも船型学的に優秀であるとは思はれない。航海性能、操業上の条件等と照合した上で、未だ改良の余地が多分にあるのではないかと思う。又、鮪延縄及び鯖釣漁船の成績は、あまり良好でなく、船型を見ても過渡期の船型の様な感じを受け、今後更に調査研究して大いに改良を加えたい船型である。

鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果に就て

葉室親正　石井謙治

Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea

Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii

ABSTRACT

We have manufactured for trial two measuring apparatuses namely "automatic net depthmeter" and "automatic net length meter" to grasp the operational status of the salmon gill net by analyzing the records obtained, and to get the data for improvement of the net and the fishing method.

For the purpose to test the characteristics of these measuring apparatuses, we have made an experiment in July 1955 on the salmon fishing ground at the North Pacific Sea, installing these apparatuses to a practical gill net.

The conclusion obtained are as follows;

1) The characteristics of two measuring apparatuses seems generaly satisfactory, but the size of these apparatuses are a little too big for handling on the sea.

2) The head rope moves up and down according to the movement of the sea waves but the foot rope does not follow it, and the shape of each mesh does not deform so much in the upper part, but it does very much into both horizontal and vertical direction in the lower part.

3) The main cause of the roll of the net is thought to be the "Yo-yo action" caused by the expansion and contraction of the net. The torque by tension of the foot rope caused by the stream pressure or entangling of the net on the floats when the net is thrown out of the boat are considered not the main causes.

4) The great difference of the catch per unit area of the net among its upper, middle and lower layer is thought to be greatly due to the big difference of the mesh deformation among these layers.

5) If the vertical motion of the foot rope by the waves follows the motion of the float line. The catch percentage of each layer would become equal, and also roll of the net would not be caused.

6) When the direction of the wind and swell is almost same to the direction of the spreaded net line and this direction does not change during the fishing operation, it seems that the roll of the net is scarecely made, even if the wind is very strong.

7) To make an ideal gill net for salmon, (an ideal gill net means a net of which the distance between the float line and foot line is always constant,) it is necessary to improve the next points of the present net.

a) To decide suitable balance between the buoyancy of floats and the foot weights.

b) To minimize the wind resistance of the exposed part of the float in the air.

c) To make less the difference of the horizontal schrinkage of the mesh between along the float line and foot line.

d) The foot line should have sufficient flexibility.

e) To change the single vertical span into two diagonal lines which are tied at the lowest point of the net and separated on the foot line.

項目

- まえがき
- 1. 計測器
  - (1) 自記式網深さ計
  - (2) 自記式網地長さ計
  - (3) 使用法
- 2. 海上実験
  - (1) 現場実験
  - (2) 補足実験
- 3. 使用漁具並びに記録
  - (1) 現場実験
    - (a) 漁具並びに計測点
    - (b) 操業状況
    - (c) 気象海況
    - (d) 記録
  - (2) 補足実験
    - (a) 漁具並びに計測点
    - (b) 実験概況
    - (c) 気象海況
    - (d) 記録
- 4. 解析
  - (1) 現場実験
    - (a) 風及び波と記録との関係
    - (b) 網の動き
    - (c) 網地各層の罹網率
    - (d) 棒巻きの原因
    - (e) 上、中、下層の罹網率の平均化された網は棒巻き発生も少いであろう。
    - (f) 棒巻きと海況との関係
    - (g) 風力と漁獲との関係
  - (2) 補足実験
    - (a) 沈子重量が網成りに及ぼす影響
    - (b) 縮結の割合の多少が網成りに及ぼす影響
    - (c) 網地各層の網目の変化
    - (d) 浮子綱を持ち上げた場合の網成りの変化
    - (e) 浮子綱を水平にずらせた場合の網成りの変化
  - (3) 綜合結果
- むすび

まえがき

鮭鱒流刺網漁業の戦後に於ける、此処数ヶ年の発展は目覚しく、今や再び吾が国に於ける主要な漁業の一つとなつている。毎年5月頃より8月迄の約4ヶ月間、遠く内地を離れ母船式又は独航の方式により操業さ

れている。他の漁業に比べて大規模であり、然も漁具関係に就ては、操業出発前にその年に使用するものを製作し船積みして出漁している。一度出漁すると、少くともその操業年度に於ては準備携行した漁具により操業せざるを得ない訳である。その準備資料としては、勿論前年度或いはそれ以前の操業により得た資料によつて、漸次改良、改善が加へられているのであるが、今迄は的確に網漁具の性能を捕捉する手段がなかつたため、漁獲状況その他稍々抽象的な、主観的な観察又は統系的な資料に基いてなされていた様に思はれる。是等の中には漁況、海況その他網漁具と直接関係の少い要素も含まれて来るので、資料としては甚だ満足すべきものではない。筆者は是等の点を考慮し、網漁具そのものに就ての具体的、数値的なものを的確に摑むために、自記式網深さ計及び網地長さ計を設計試作したのである。両計測器の実用実験の意味を含めて昭和30年7月現場に於て実験を試みた訳である。実験結果に就ては一応の成果を得たので解析を試みた。海況及び期間等の関係上充分の回数を重ねる事が出来なかつたのは残念であつたが、現場諸彦に若干でも参考となれば望外の喜びである。今秋、現場の要望により再び補足実験等も実施し、若干でも今夏の成果が認識され参考に供されつつある事を追記し、近き将来是等現場諸彦の熱意と努力とによりより良き漁具の出現が期待される。

1. 計測器

（1） 自記式網深さ計

本器は単に流し網の深さを計測するだけでなく、網の実態に関連する諸要素即ち網と潮流との相対速度及び相対流向等をも同時に計測する装置で、総べて同一記録紙上に自記させる様になつている。従つて本器の内容は次の五種に大別される。

（a） 網深さ計測部（4点計測）
（b） 流速計測部
（c） 流向計測部
（d） 方位計測部
（e） 自記時計装置

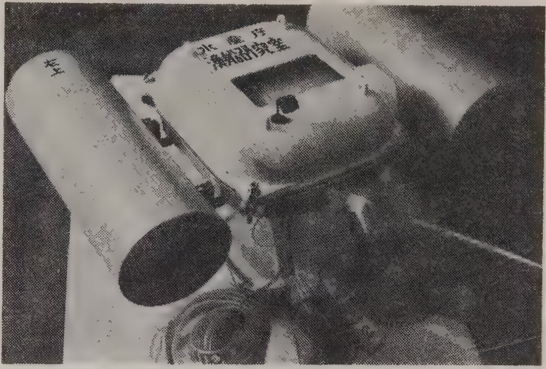
第1図、第2図に網深さ計の実物写真で第3図はその配置図である。

以下網深さ計の各部について説明しよう。

（a） 網深さ計測部

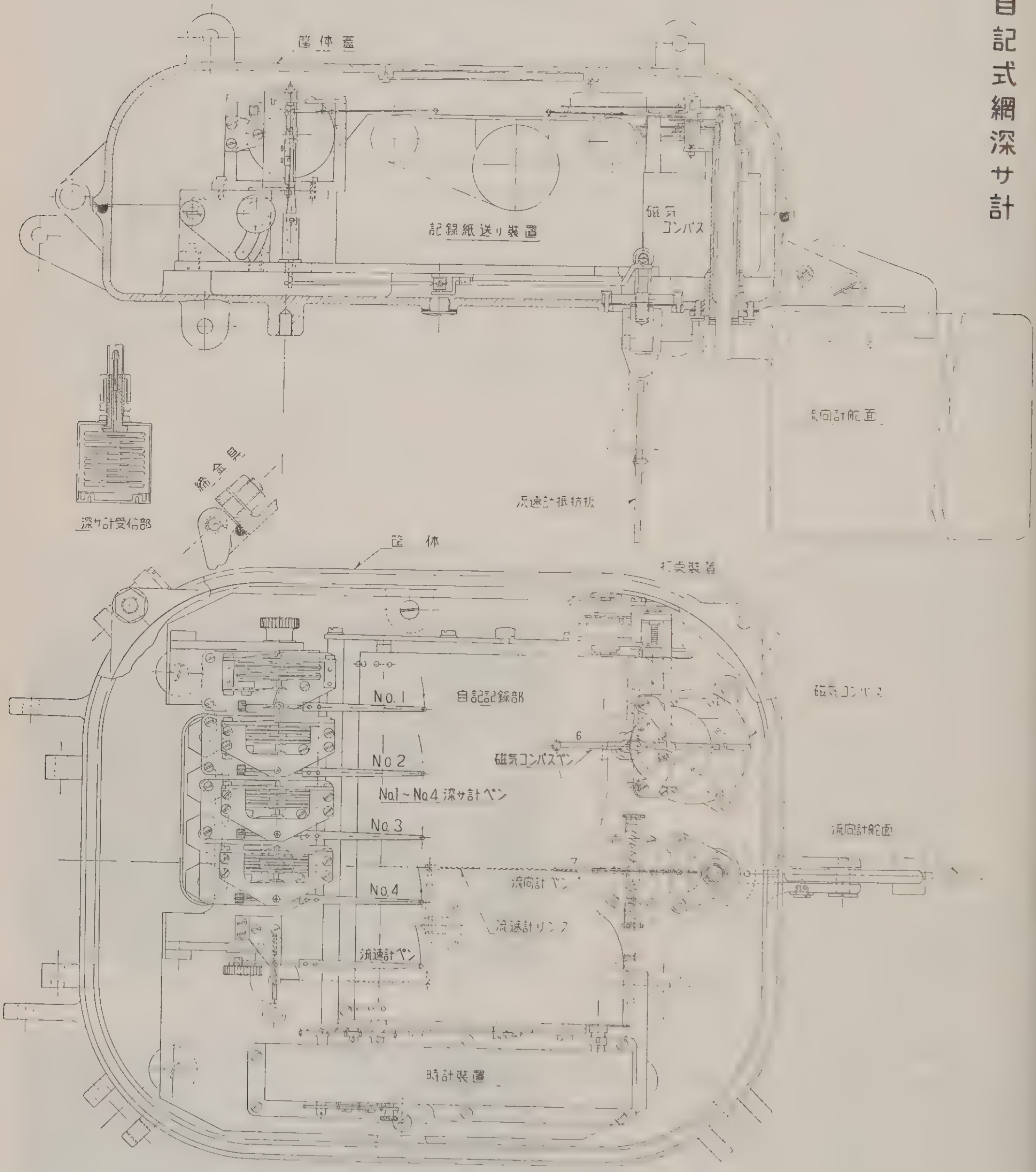
本計測部は空盒圧力計と液柱圧力計とを組合せた特殊な圧力計であつて、昭和 28 年度に試作した、底曳網用自記式網高さ計（漁研技報 No. 5～6 参照）に略々似た原理を有するものである。第4図はその原理図で、計測用空盒が外圧（大気圧）に対し、深さに比例する負圧を受けるようにしたものである。

第4図に於て計測部は計測用空盒A、拡大リンクB、記録ペンC及び制禦板バネDより成り、案内部は水密筒Eの中に剛さの極めて小さい案内用空盒Fがある。A—F両空盒間を連通して柔軟な管Gがあり、是等の中には



第 1 図　網深さ計外観

第 2 図　網深さ計（蓋を解放した処）

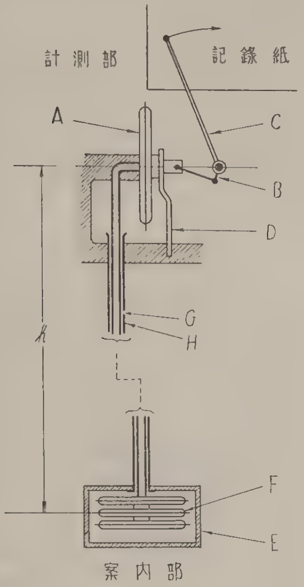

筐体蓋
記録紙送り装置
磁気コンパス
流向計舵面
深サ計受信部
締金具
流速計抵抗板
筐体
打点装置
自記記録部
No.1
No.2
No.1～No.4 深サ計ペン
No.3
No.4
磁気コンパスペン
磁気コンパス
流向計舵面
流向計ペン
流速計リンク
流速計ペン
時計装置
6
7

第3図　網深さ計配置図

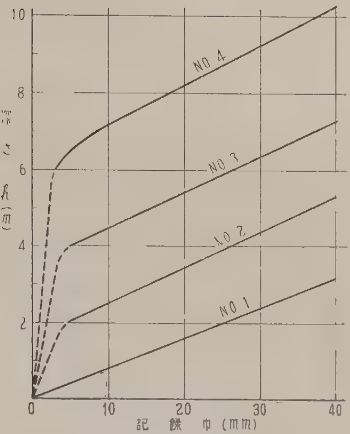
液体が封入されている。連通管Gの外側は二重管Hとなり、案内部空気室を計測部空気室に連通させて大気に開放し、温度誤差と気圧の変動による誤差とを防止している。

今 A―F 両空盒間の深さを h, 大気圧を P_0, 空盒内圧を P_1, 液体の密度を ρ とすれば空盒 A の内外圧差 $\varDelta P$ は

$$\varDelta P = P_0 - (P_1 - \rho g h)$$



第 4 図網深さ計測部原理図



第 5 図　変位特性

となり、空盒の変位 Δl を ΔP に比例するようにしておけば

$$\Delta l = k\Delta P = k'h$$

である。是を拡大リンクBで拡大しペンCで記録紙上に自記させれば網の深さとその時間的変化の有様が計測できる訳である。

以上の如き原理による深さ計は、次のように測定範囲を四部に分け、四点測定を行うと共に測定精度の向上を計つている。

No. 1	0～3 m	No. 3	4～7 m
No. 2	2～5 m	No. 4	6.5～10 m

各部の記録紙上に於ける記録幅は 40 mm に制限されているので、常識的には No. 2 以下の単位深さ当りの記録幅が計測深さと共に減少し、測定精度が低下して終う訳である。是を No. 1 と同程度の精度を有するようにするためには必要な計測範囲のみを自記せしめれば良い。第 4 図Dの制禦板バネはこの目的のために設けたもので、空盒の初期変位を制限し不必要な計測範囲を極めて狭くする。従つて No. 2 以下計測開始深さの大きくなるにつれて板バネの剛性も亦大きくなつている。第 5 図は斯様に調整された No. 1～4 計測部の深さ一変位特性（記録幅）を示したもので、夫々の計測範囲内では略々似た様な特性を持つて居り、リニアリティーも良好である。

又各計測部のヒステリシスは極めて少く 5 cm 以下であり、綜合精度は ±5 cm 以内になつている。一般にこの原理の圧力計は、温度変化による誤差が必然的に伴うのであるが、本器では使用温度範囲を狭く (15°C±10°C) とつて温度誤差を無視し得る程度に止めている。温度誤差の主なものは（1）封入液の膨脹、収縮による内圧変化によるもの（2）封入液体の密度の変化によるもの（3）空盒のヤング率の温度変化によるもの等であり、（1）に対しては計測部空盒と案内部空盒の剛さの比を第 1 表の様に大きくとつて誤差発生を防いでいる。

（2）の密度の温度変化は約 $1\times10^{-3}/°C$ で ±10°C の範囲では ±1% の誤差を生じる訳であるが、是は同時に（1）の誤差とは逆符号の誤差であつて相互に打消す性質であり、殆んど問題とならない。（3）の空盒のヤング率の変化は約 $3\times10^{-4}/°C$ で ±10°C の範囲では ±0.3% 程度の僅かなものであると共に（2）

第1表　使用空盒諸元

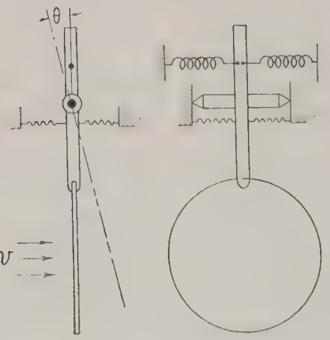
No.＼項目	計測部空盒			案内部空盒	剛さ比	連通管長
	直径 (mm)	板厚 (mm)	個数			
1	54	0.14	2	直径＝40 mm	60 : 1	4.0
2	53	0.26	2	板厚＝0.05 mm	80 : 1	6.5
3	53	0.16	2	個数＝10個	80 : 1	9.0
4	53	0.16	2		100 : 1	13.0

を打消す性質のものである。斯様に狭い範囲の温度変化に対しては較正を要する様な大きな誤差は生じない筈である。実際の温度試験によつても 5°～25°C の範囲では殆んど誤差を生せず、実用上補正の要は全くない。最後に実際の構造に於て簡単に述べよう。（詳細は第 1～3 図を参照されたい）第3図の如く No. 1～4 計測部は全く同寸法に造られ、同一フレーム上に並列に取付けてある。このフレームは蝶番によつて計測部全体を持上げる様にしてあるので記録紙交換が容易に行われる。又計測用空盒、案内部空盒、連通管の長さ等の諸元は第1表に示して置いた。計測用空盒材料は No. 1～3 は洋銀、No. 4 が燐青銅で、案内部空盒は総て燐青銅である。連通管は塩化ビニールで特に低温度でも硬化の少いものを用いており、その外径も潮流による抵抗をなるべく少くするため細いものを用いている。封入液体には No. 1～3 迄は蒸溜水、No. 4 は 10 m 附近で蒸溜水が気化現象を起すので、密度の小さい軽油（ケロシン）を用いた。然し是等の液体は取りあえず採用したもので、孰れも今後最適の液体と取換えるつもりである。

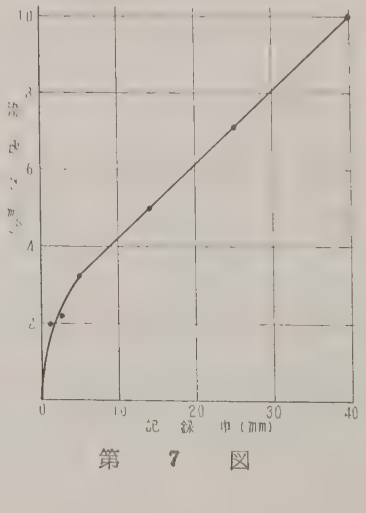
（b）　相対流速計測部

流し網の網成りは、網が完全に潮流に乗つていない限り潮流との間に相対速度を生じその影響を受ける可能性がある。本計測部はこの対水速度を計測する目的のもので、単純な抵抗板式速度計である。抵抗板にはレイノルズ数によつて抵抗係数の変化しない円板を用い、流速による抵抗を第6図の如き構造で角変位として取出し、是を拡大して記録紙上に自記させる。

但し抗抵板の傾斜角が小さい範囲内では抵抗は流速の2乗に比例するから、その儘傾斜角を拡大したのでは広い速度範囲を計測することが出来ない。第6図の側方スプリングは傾斜角を流速に対し略々等斉にする目的で設けたもので、流速 0.1～1.0 m/sec の範囲を等斉に記録紙幅 40 mm に自記せしめる様にした。0.1 m/sec という低い流速でも充分な感度が得られる様に抵抗板の大きさは直径 10 cm のものを 2 個とし、ピボツトから抵抗板中心迄のモーメントアームを 10 cm とした。従つて流速に対するモーメントは 0.1



第 6 図　流速計測部の原理図



第　7　図

m/sec で 84 g-cm，1.0 m/sec で 8.4×10^3 g-cm となる。最大流速 1.0 m/sec で抵抗板の傾斜角を 10° と抑えて側方スプリングの剛性を決定し、是に依つて記録ペンの拡大比を決めれば必要な計測範囲を等斉に記録し得る訳である。（是等の計算は紙面の都合上省略する）

第7図は本流速計の水槽実験による実測結果であつて、0.3 m/sec 以上は完全に等斉になつているが、是以下ではスケールがつまつている。この原因はピボットの近くに設けた水密用ダイヤフラム（ゴム製）の剛性によるものと思はれるが今回は改造や、水槽実験の時間的余裕が無かつたのでこの儘にしておいた。何れ今後は改造して所期の特性を得られる様にする考へである。

（c） 流向計測部

本計測部は、流し網と潮流との相対角度を計測する装置で、気象計器に於ける風信器と同じく垂直軸回りに自由に保持された舵面が、流れの方向に常に追縦する様にしたものである。斯様な計器に於ては小さい流速でも完全に追縦し得る限界即ち最低感度が問題となる。本器では流速 0.1 m/sec で 1.0° の追縦感度を有せしめる様に設計を行つた。追縦感度を決定するものは舵面積、モーメントアーム及び回転軸の起動モーメントである。先ず舵面の翼型（断面）は使用目的及び工作上の簡易さから単なる薄板（平板）とし前後縁に丸味をつけたものにした。今舵面の回転軸に関する起動モーメントを 10 g-cm としモーメントアーム（回転軸から舵面の揚力中心位置までの距離）を 10 cm とすれば最低感度に必要な舵面の揚力は 1.0 g となる。又薄板翼型の揚力係数は零揚力角附近では NACA 0006 と略々似たものと考えて良いから、1.0° に対する揚力係数は 0.1 となる。然しこれはレイノルズ数 3×10^6，縦横比 ∞ の場合のものであるから、是等の補正を行わねばならない。本器のレイノルズ数は 10^5 以下でかなり低いが、零揚力角附近ではレイノルズ数の影響は殆んどないから省略することにする。従つて縦横比の影響のみを考える。本器の場合計器全体の寸法から考へて縦横比は 0.5～1 の範囲しかとれない。これで前記 ∞ の場合の揚力係数 0.1 がどの様に変化するかを計算すれば、縦横比 0.5 に於て揚力係数は 0.028 となり甚しく悪い結果となる。然し寸法制限上、止むを得ないのでこれを用いて必要な舵面積を求めると 680 cm^2 となり、その寸法は幅 18.5 cm、弦長 37 cm と云う大きなものになる。寸法制限上幅を 15 cm 位にしなければならないから、前提条件であるモーメントアーム 10 cm を大きくして、舵面積を小さくするより外手段がない。今モーメントアーム 15 cm とすれば舵面積は 450 cm^2 となり、15 cm×30 cm の寸法で良いことになる。以上の様にして決定した流向計は水槽実験に依つて 0.1 m/sec でも完全に 1.0° の追縦感度を有していることが確かめられ所期の目標を達している。尚お本器は傾斜によつて誤差が出ない様に水中に於ける静的平衡を取つてある。このため舵面の上端に円筒形浮室を附し、同時に翼端板効果をも兼ねさせている。

実際の構造は第3図に見られる様に、記録紙上に自記するため舵の回転角を $^1/_2$ に減速して記録ペンを回転する様にしている。舵面には合成樹脂の厚さ 4 mm の板を用い、回転軸と軸受の間には空間を設けて潤滑油を封入し、水防と防蝕とを考慮してある。尚お本器の計測範囲は首尾線に対し ±50° であり精度は ±1° 以内である。

（d） 方位計測部

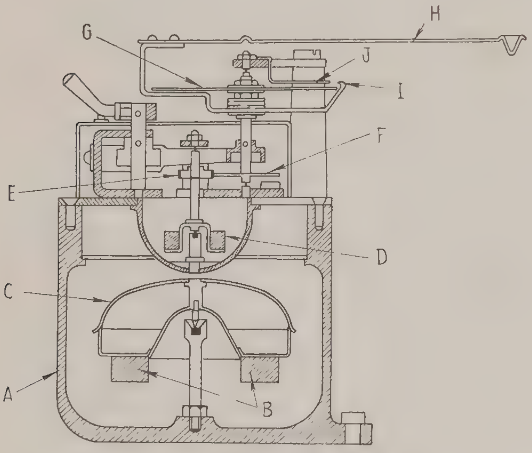
本計測部は流し網が潮流や風によつてその方向を変化する状態やその流される方向等を計測する目的のもので、自記式の磁気コンパスである。設計に当つては磁気コンパスの特殊性を考慮し次の様な諸点を目標に置いた。

(i)　投網時の磁気方位を中心として ±60° の計測範囲を有すること
(ii)　精度 ±1° 以内
(iii)　摩擦誤差 1° 以内
(iv)　傾斜誤差が生じないこと（傾斜 30° で 1° 以内）
(v)　制動性能の良いこと（偏角 45° より静止時間 10 秒以内）

(vi)　投網ラインの方位に応じて記録ペンの中心位置を簡単に調整できること

(vii)　記録方式は打点式でその時間々隔は5分

以上の如く本計測部は他の計測部の様に連続記録方式をとらず、打点記録方式を採用している。是は次の様な理由による。一般に磁気コンパスのトルクは極めて小さい。例えば磁気能率 1,500 gauss のコンパス（JES 規格による大型航海用コンパス相当）の水平地磁力 0.30 gauss に於ける偏角 1° のトルクは僅かに 8×10^{-3} g-cm に過ぎない。是ではペンを用いて自記させることは全く不可能である。又磁気能率を大きくするにしてもオーダーが違つていて問題にならない。従つて増幅器等を用いてトルクを大きくしなければ、連続記録方式を採用することは出来ない。然し本器では増幅器等を使用する訳には行かないから打点方式を用いるより外に方法がないのである。



第8図　方位計測部

次に羅牌の制動性能について述べよう。

第8図の如く羅盆が小型なため羅牌はダンパーをつける余地がない状態で、制動効果の極めて悪い羅牌形状をとらざるを得ない。そこで粘性の大きい制動液を使用して制動効果を上げることとし、動粘性係数 0.5 cm^2/sec 程度のヘキシレン・グリコール・ヘキサン・ヂ・オル［$(CH_3CHOHCH_2)_2$，比重 0.961］を用いて見た。

この結果偏角 45° よりの静止時間は 8.5秒（0.30 gauss，20°C に於て）で一応の制動効果を得ることが出来た。構造は第3図、第8図で示す様に磁気コンパスとしては特異な形状でかなり複雑なものとなつている。Bは主磁針で特殊な形状の MK-5 磁鋼（磁気能率 1,500 gauss） C は液中重量調整用の浮子でその中心にピボットをつけて所謂皿廻し現象を避ける様にしてある。羅盆Aは制動液が封入されておりその上部は空気室となつている。以上が主磁気コンパスであり、この上に磁気結合された記録ペン機構が附く。Dは2本の磁気結合用磁石で主磁針と同様 MK-5 磁鋼（磁気能率 70 gauss）で、軸はダブルピボットによつて支持され、これには小歯車Eがついている。この小歯車に噛合う歯車がFで、その軸に目盛カードGが固定されている。歯車はモヂユール 0.2 の細い歯車でその速比は 1/2。従つて目盛カードは主磁針の全方位 360° に対し 180° 回転することになるので、目盛カードは2全方位が目盛られている。記録ペンHは目盛カードに摩擦で結合されていて、投網時に記録紙中心位置へ適宜調整できる様になつている、又その一端Iは目盛カードへの指針となつて、ペンの設定方位が読める様になつている。Jは方位直読用の基線で本器首尾線方位を目盛カードによつて常時読み得るコンパス部である。

尚お本計測部は設定方位より ±70° の範囲内の記録が可能であり、記録ペンは別項に述べる打点装置によつて5分毎にハンマーで叩かれ記録する様になつている。

以上の如き構造であるが完成後の試験結果を簡単に述べると、精度は ±2° 以内（歯車のガタ偏心のためこの程度になる）摩擦 1° 以内、傾斜誤差は殆んどなく、制動性能も亦前述の如くで一応所期の目標を充すものであつた。又自記時計装置がゼンマイ時計で3個の発条を有し自差が生ずる怖れがあつたが、8方位での測定結果は何れも 1° 以内であつて特に自差修正を行う必要を認めなかつた。

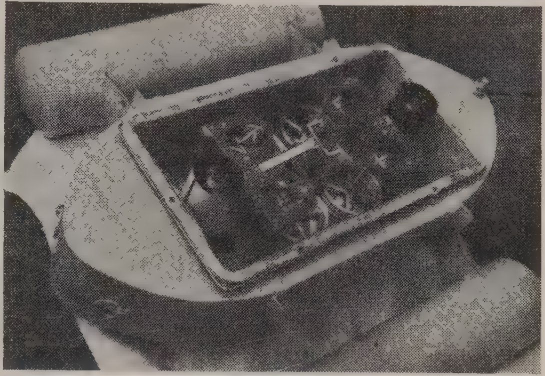
(e)　自記時計装置

時計装置は記録紙の巻送り機構重量が大きくなるから相当大型なものが必要となるので、船舶用航跡自画

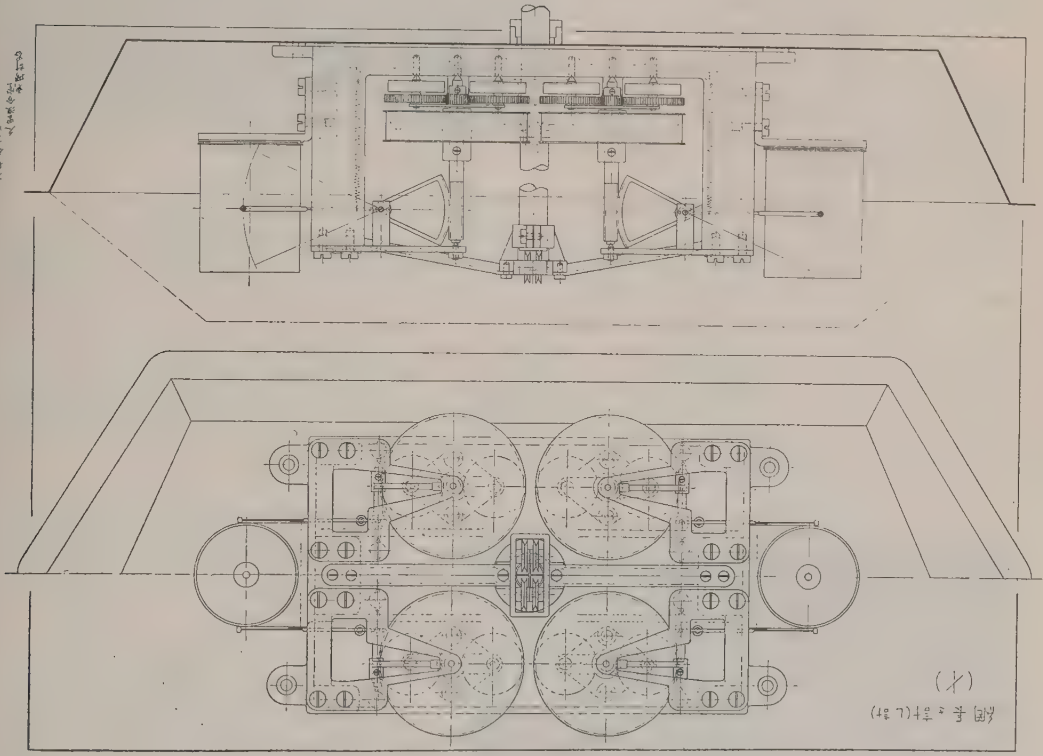
器のものを利用した。本装置は是に記録紙用巻送り装置と磁気コンパス用の打点装置とを取付けたものである。第3図で見られる様に記録紙の幅は 226 mm と云う大幅であり、巻送り装置の大型化を来して時計のトルクが稍々不足気味となつている。時計は 8 日捲きで記録紙の送り速度は 1mm/min、記録紙長は 20 m であるから一巻きで約 14 日間の連続使用に耐える。打点装置は巻取りローラー軸に結合されたピンホイール（ピン1本が1打点5分の割合になる）とこれに組合したカムやリンクの機構群によつて磁気コンパスの記録ペンをハンマーが叩く様になつている。

（2） 自記式網地長さ計

本計測器は網の垂直断面に於て若し潮流等に依つて「フカレ」て居る場合或る点の浮子綱との直距離と網地の「フカレ」た曲線の長さ即ち弧長と弦長とを求める目的を持つたものである。第 9 図は装置を示したもので、第 10 図はその配置図である。



第 9 図　網地長さ計（蓋を外した処）



第 10 図　網 地 長 さ 計 配 置 図

即ち網成りを変へない程度で叉たるまない強さを持つたスプリングを組合せたホイールにビニール加工した糸を巻き込み、糸が伸長するにつれホイールが回転し、その回転をウオームギヤーに依つて減速変位さ

せ、その最後の減速したものを、記録ペンに依つて側方に装着した記録時計上の記録紙に書かせる様にしたものである、同一性能機構を持つたものを各々2個を1組として第 9，10 図に示す様に相対的に配置したものである。

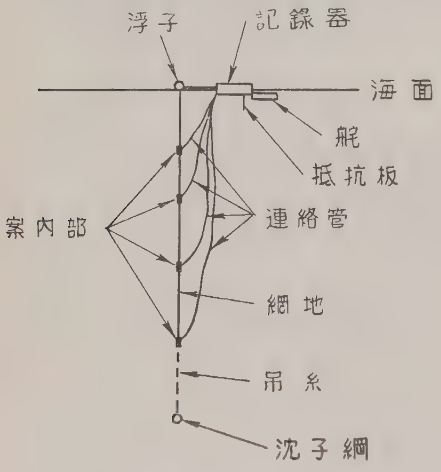
今回の実験では2回目の計測時に流失したので、只1回の記録しか得られず精しい機構の説明は次回の機会に譲る事とする。但し唯一回の計測時に於ては全く弧長、弦長共網の中央部及び網裾部に於て同長であつたので潮による「吹かれ」は認められなかつた。以後一応「フカレ」が無いものとして先を進める事とする。

(3) 使用法

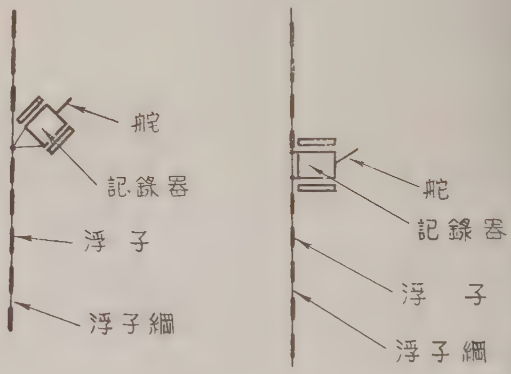
(a) 網深さ計

(i) 浮子綱に1点で装置する法

第 11 図に示す様な結着法の場合は、深さ計測部の網地の取付法は案内部を任意の個所に古い網で包んだものを装着する。是は常に同じであるが、計器の記録筐は潮の方向に舵によつて同調する。この場合は舵を中央に固定する。



第 11 図　網深さ計の装着図（1点装着法）



第 12 図　網深さ計の装着図（2点装着法）

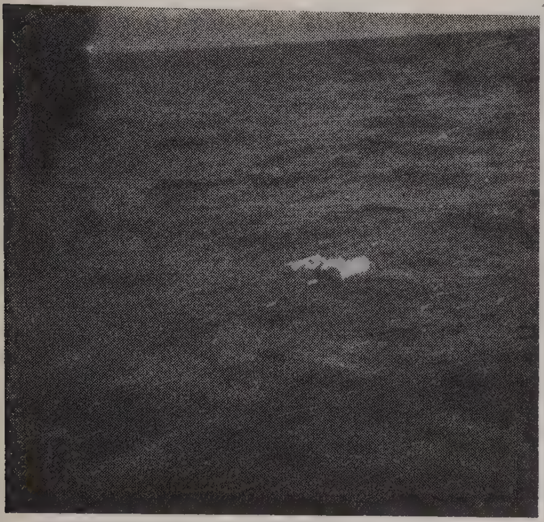
(ii) 浮子綱に2点で装着する法

第 12 図で示す様に記録中心が浮子線に直交する様に結着する方法で、この場合は舵は自由に潮により動く様にする。

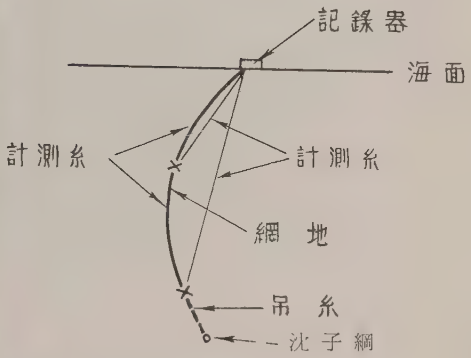
第2表　網深さ装着法の差異

装着別	網深さ	記録器の動き	網の相対流速	網の流方向	備考
1点装着法	任意の4点に結着し、両装着法に於て差はない。	潮その他により網が流れる方向に同調する。	計測し得る。	浮子線方位と網の相対流向との相対差が判る。	舵を中央線に固定する。
2点装着法		常に浮子線に直交して居り舵が網の流れる方向に同調する。	計測し得ない。（但し浮子線に対して横に流れる場合は計測出来る）	舵の示す角度でコンパスと比較して網の相対流向が判る。	舵を固定せず。

以上の様な目標で設計試作したのであるが、実際実験した結果網深さ計に装備した流速、流向、方位は時化等のため結果を得る事が出来なかつた。結局波浪時に於て計器自体の横方向への動きのため記録振幅が可成り大で（フラタテーション）何者をも記録から拾う事が出来なかつたので、是等に就ては更に検討してゆき度いと考えている。従つて以下述べる解析は深さに関してのものに就て行つた。第 13 図は本計器を装着した写真である。



第 13 図　網深さ計を装着した処



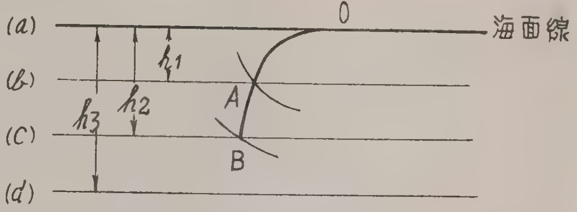
第 14 図　網地長さ計の計測原理

（b）網地長さ計

本計器は記録器底面の縦方向中心部に設けてある溝に浮子綱をはめ込んで結止して、浮子綱の上に馬乗りの形とする。糸は同一時計に記録するものを各々同一任意目数の処に外、内の両側面から糸先端に装着してあるフツクで結着させる。今1組のものも他の任意の目数の点に同じ要領で結着する。

第 14 図はその要領を示したものである。

網深さ計と網地長さ計とを併用する事により網地の「フカレ」た曲線を作図する事をその目的としたのである。即ち第 15 図に示す様に先ず深さ計により求められた深さにより海面の線（a）から平行線（b）（c）（d）（e）をひき、次に網地長さ計記録の弦の長さを半径としO点を中心として（a）線との交点Aを求め次に弧長に等しい長さの曲線を OA 間に画けば網地彎曲線の一少部分が作図出来る。この方法を繰り返し B, C, D と求めてゆけば遂に全曲線



第 15 図　網深さ計網地長さ計記録より網地の彎曲線を作図する法

第 16 図　網地長さ計の装着状況

を作図する事が出来る。この時の潮流諸元等と共に網の動態の解析資料とするものである。

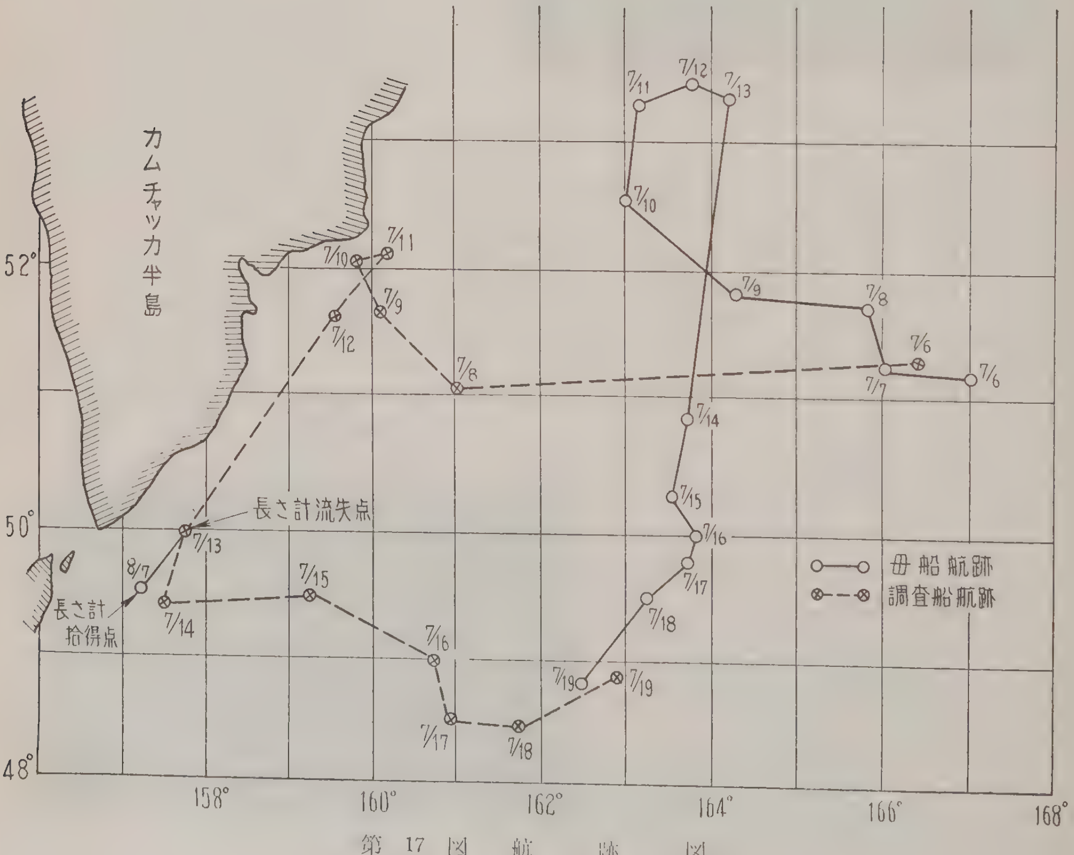
第16図は網地長さ計の装着状況を示したものである。

2. 海上実験

(1) 現場実験

昭和30年7月6日日本水産株式会社宮島丸船団所属調査船香取丸（総屯数105屯、340馬力ディーゼル機関）に乗船し第17図に示す航跡の海域を操業しつつ実験し同月19日、一応打切り母船に帰投した。例年と異り海況甚だ悪く風速20 m/secを越えた事も1，2回あり、平均10 m/sec程度の風が吹き、思う様に実験回数を重ねる事が出来なかつた事は残念であつた。自記式網地長さ計は第2回実験時即ち7月13日に流失したので其の後使用出来なかつた。是は翌8月7日日魯漁業株式会社明晴丸船団により拾得された。紙上を借りて感謝する。参考迄に流失地点及び拾得地点を誌して置く。

流失地点	50°00′N 157°41′E
拾得地点	49°20′N 157°18′E
両地点の直距離及び方位	44 浬 S 20 W
所要日数	25 日間
1日平均流程	1.76 浬


カムチャツカ半島
52°
50°
48°
158°
160°
162°
164°
166°
168°
7/6
7/7
7/8
7/9
7/10
7/11
7/12
7/13
7/14
7/15
7/16
7/17
7/18
7/19
8/7
長さ計流失点
長さ計拾得点
母船航跡
調査船航跡

第17図 航跡図

（2） 補足実験

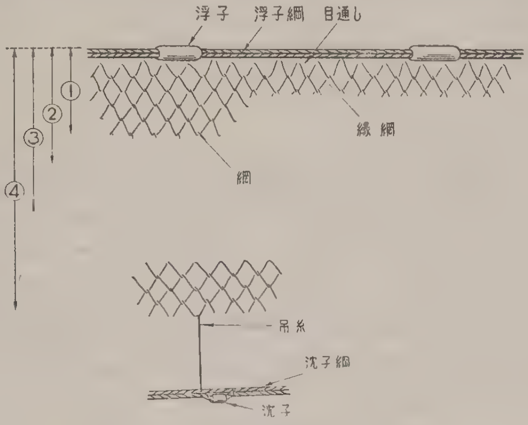
神奈川県三浦市油壺の東京大学油壺臨海実験所先海域に於て昭和 30 年 11 月 14 日から 4 日間実施したが暴風雨のため満足な実験が不能であつたが、初日の好天気に於て充分観察する事が出来、今夏の計測結果と全く同一の網の動態が見られた。次に横須賀市久里浜湾に於て同年 12 月 10，12 日の 2 日間種々の実験網を使用して実施した。是等の実験目的は、現場に於て確認し得なかつた計測器案内部装着のための網成りに及ぼす影響の有無の検討、その他計器改良のための資料採究と併せて現場（大洋漁業株式会社、日本水産株式会社）からの依頼に応じて実施したものである。計測器は全く網成りに影響を及ぼしていない事が確認出来た。

3. 使用漁具並びに記録

（1） 現場実験

（a） 漁具並びに計測点

第 18 図は使用漁具の概略を示したもので、その中にある ①～④ は網深さ計の案内部を装着した個所であり、第 3 表はそれ等使用漁具の概要である。表中上欄の ①～④ は前記の計測点である。



第 18 図　使用漁具の概要及び計測点

第 3 表　各計測時の計測点

項目 実験番号	網の構成	計器中心から網地上縁迄	①	②	③	④	計器装着位置
No. 1 計測	塩化ビニール浮子－1 反＝72枚（1 個ノ浮力 250～260 g）、沈子 25 匁－1 反＝61 個装着、4.0 寸目 62 目 アミラン	15 cm	15目	30目	44目	62目	風下側網端ヨリ 6.5 反目
No. 2 計測	桐、ゴム浮子－1 反＝72枚、沈子20匁－1 反－74個装着、4.0 寸目 62 目 アミラン	15 cm	17目	34目	48目	62目	風下側網端ヨリ 6.5 反目
No. 3 計測	桐、ゴム浮子－1 反＝72枚、沈子20匁－1 反＝74個装着、4.0 寸目 62 目 アミラン	15 cm	16目	34目	47目	62目	風下側網端ヨリ 5 反目
No. 4 計測	塩化ビニール浮子－1 反＝72枚 沈子25匁－1 反＝61個装着、3.9 寸目 63 目 アミラン	15 cm	16目	32目	44目	63目	風下側網端ヨリ 40.5 目

(b) 操業状況

第4表 各計測時の要項

項目 ＼ 実験番号	No. 1 計測	No 2 計測	No. 3 計測	No. 4 計測
日時	30.7.9〜10	30.7.13〜14	30.7.17〜18	30.7.18〜19
場所	51°31′N 160°12′E	50°60′N 157°48′E	48°40′N 161°60′E	48°26′N 161°35′E
投網反数	309反	228反	275反	275反
投網方位	N→S	NNE→SSW	NE/N	S→N
投網開始	9日15時10分	13日15時00分	17日14時55分	18日15時15分
投網終了	〃 17時10分	〃 16時45分	〃 17時30分	〃 17時10分
計器装着部位	投網始点ヨリ 6.5反目	投網開始ヨリ 6.5反目	投網開始ヨリ 5反目	投網開始ヨリ 40.5反目
計器記録開始時間	9日17時31分	13日16時21分	17日16時17分	18日14時45分
計記投入時間	〃 18時19分	〃 17時42分	〃 17時08分	〃 15時25分
揚網開始時間	10日1時25分	14日2時10分	18日2時00分	19日2時05分
計器収揚時間	〃 1時43分	〃 2時35分	〃 2時14分	〃 3時10分
計器解放記録終了時間	〃 1時50分	〃 2時42分	〃 2時22分	〃 3時20分

(c) 気象海況

実験時の気象観測特に海況の観測は今回非常に重要な要素であり、精密に正確に連続して計測せねばならぬし、又それに依り網の更に精しい性能解析が可能となつて来るのである。この意味で風速測定には携帯用風速計を持参し努めて正確に計測したつもりである。気圧は船内装備のアネロイド気圧計によつた。残念ながら海況の観測は総べて目測によつたもので船の動揺及び視界その他のため必ずしも正確とは云えない。従つて波高、波向等の数値はその大小の比較は出来るが絶対値を使用する事は危険である。又濤りと風浪との干渉等により見懸け上甚だ複雑で仲々観測に正確を期し得なかつた。一応の観測結果を示したのが第5表である。

第5表 海況

実験番号 ＼ 項目	日時	気圧	風速	風向	ウネリ		風浪		波長
					方向	高さ	方向	高さ	
		mb	m/sec			m		m	m
No. 1	9日15時00分	1012.5	3	S/W	S/E	0.8	N	0	10
	17 30	1012.0	3.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	19 00	〃	4.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	20 30	〃	〃	SSW	〃	〃	S/W	〃	〃
	21 00	1011.5	6.0	WSW	〃	1.0	〃	1.0	〃
	22 00	〃	〃	〃	〃	〃	WSW	〃	〃
	23 00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	10日 0 00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	1 00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	2 00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

No. 2	13日11　00	1003	7～8	WSW	WSW	1.5	WSW	0.5	10
	12　00	—	〃	〃	〃	1～1.5	〃	〃	〃
	18　00	1004.5	7	W/S	〃	〃	〃	〃	〃
	19　40	—	〃	SW	〃	1.5～2.0	SSE	1.0	〃
	20　35	1005.5	5	W/N	〃	1.0	SE	0.5	〃
	14日 1　10	1006.5	9	W	W/N	2.0	W	〃	〃
	〃　30	—	〃	〃	〃	2～3	〃	〃	〃
	2　10	—	〃	〃	W/S	〃	〃	〃	〃
No. 3	17日15　00	1002.8	3.5	WSW	WSW	0.5	—	—	10
	17　30	1002.0	4.0	〃	〃	—	—	—	〃
	18　00	—	〃	〃	〃	1.5	—	—	5
	22　00	—	7～8	—	〃	—	—	—	〃
	18日 2　00	—	3.5	—	〃	1.0	—	—	10
No. 4	18日15　00	—	7	N	N	1.0	NNE	1.5	5
	17　00	—	8～7	〃	〃	〃	N	1.5～2.0	〃
	18　00	—	10	〃	〃	1.5	〃	2.5	〃
	20　00	—	4	〃	〃	1.0	〃	2.0	〃
	19日 0　00	—	5	〃	〃	〃	NNW	1.5	〃
	2　00	1009	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	2　50	1010	7	〃	〃	〃	〃	〃	〃

各計測毎の概況を略述する。

No. 1 計測時の場合

計器投入時は波長約 10 m 波高 0.5 m 程度のウネリが S/E より来て居て大体平穏であつた。然し風は S/W より 4.5 m/sec 程度のものがあつたが 21 時頃から次第に風速を増し 6 m/sec 程度となり風向も W の方に廻り WSW の風向となつた。風浪も生じて来た。波高は約 1 m 程度のものを観測した。

No. 2 計測時の場合

計器投入時の風速は 7 m/sec 程度で波が少々あり、波高 1.5 m 程度で投網線と略々同一方向より来ていた。一時 20 時 30 分頃波風も低下し波高も稍々低くなつた。翌 1 時頃風速を増し風浪、ウネリ稍々大となり、波高 1～3 m 平均 2 m 波向 W/N 程度を観測した。

No. 3 計測時の場合

計器投入時の風速は 4.0 m/sec 程度で波は余りなく、ウネリが波高 0.5～1.5 m、波長 5 m 程度のものがあつた。投入後 5 時間後即ち 21 時頃から少々風が出て波が生じた。揚網時は再び穏やかになつた。

No. 4 計測時の場合

計器投入時頃は風速 7 m/sec 程度であつたが 18 時頃は 8～10 m/sec で少し波も大きくなつて来た。波高 1.5～2 m で波向は投網線方向と略々同一であつた。20 時頃から再び凪となつた。翌 3 時頃は風速 7 m 程度であり、風向は終始変らなかつた。

(d) 記　　録

各計測時の深さ計記録を単位時間毎に抜萃して記載する。

第6表 No. 1 計測記録の数値

時間		⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	0	0.15	1.76	1.85	1.22	3.07	1.60	4.67	1.58	6.25
〃	2.5	〃	1.60	1.75	1.35	3.10	1.47	4.57	1.83	6.40
〃	5.0	〃	1.40	1.55	1.50	3.05	1.50	4.55	1.75	6.30
〃	7.5	〃	1.45	1.60	1.45	〃	〃	〃	〃	〃
※〃	10.0	〃	1.50	1.65	1.40	〃	1.55	4.60	1.60	6.20
〃	12.5	〃	1.55	1.70	〃	3.10	1.54	4.64	1.59	6.23
〃	15	〃	〃	〃	〃	〃	1.58	4.68	1.60	6.28
〃	17.5	〃	〃	〃	1.45	3.15	1.65	4.80	〃	6.40
〃	20.0	〃	〃	〃	1.50	3.20	〃	4.85	1.65	6.50
〃	22.5	〃	1.53	1.68	1.42	3.10	1.50	4.60	1.75	6.35
〃	25	〃	1.50	1.65	1.40	3.05	1.55	〃	〃	〃
〃	27.5	〃	〃	〃	1.47	3.12	1.51	4.63	1.77	6.40
〃	30.0	〃	〃	〃	1.50	3.15	1.50	4.65	1.90	6.55
〃	32.5	〃	〃	〃	1.55	3.20	1.53	4.73	1.87	6.60
〃	35	〃	〃	〃	1.57	3.22	1.56	4.78	1.84	6.62
〃	37.5	〃	〃	〃	1.60	3.25	1.60	4.85	1.95	6.80
〃	40.0	〃	〃	〃	1.63	3.28	〃	4.88	1.92	〃
〃	42.5	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.50	4.80	1.90	6.70
〃	45	〃	〃	〃	1.60	3.25	1.55	〃	〃	〃
〃	47.5	〃	〃	〃	1.52	3.17	1.53	4.70	〃	6.60
〃	50.0	〃	1.55	1.70	1.55	3.25	1.60	4.85	1.85	6.70
〃	52.5	〃	1.50	1.65	1.50	3.15	1.57	4.72	1.83	6.55
〃	55	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	57.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	4.60	1.90	6.50
1	00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	2.5	〃	1.49	1.64	1.46	3.10	〃	4.55	〃	6.45
〃	5.0	〃	1.50	1.65	1.45	〃	1.47	4.57	1.93	6.50
〃	7.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.98	6.55
〃	10.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	4.60	2.00	6.60
〃	12.5	〃	1.52	1.67	1.48	3.15	1.47	4.62	2.08	6.70
〃	15.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	4.60	2.02	6.62
〃	17.5	〃	1.50	1.65	1.45	3.10	1.50	4.60	1.95	6.55
〃	20.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.90	6.50
〃	22.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	25.0	〃	〃	〃	1.47	3.12	1.53	4.65	1.95	6.60
〃	27.5	〃	1.47	1.62	1.50	〃	1.48	4.60	2.00	〃
〃	30.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.46	4.58	1.92	6.50
〃	32.5	〃	1.45	1.60	1.52	〃	1.48	4.60	1.90	〃
〃	35.0	〃	〃	〃	1.58	3.18	1.42	〃	〃	〃
〃	37.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.80	6.40
〃	40.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	42.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.30
〃	45.0	〃	〃	〃	1.60	3.20	1.43	4.63	1.75	6.38
〃	47.5	〃	1.48	1.63	1.57	〃	〃	〃	〃	〃
〃	50.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	4.65	〃	6.40
〃	52.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	55.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	57.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	6.30
2	00	〃	1.50	1.65	1.60	3.25	〃	4.70	〃	6.35
〃	2.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	5.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.20
〃	7.5	〃	1.55	1.70	〃	3.30	1.48	4.78	1.62	6.40
〃	10.0	〃	〃	〃	1.62	3.32	1.55	4.87	1.71	6.58
〃	12.5	〃	1.57	1.72	1.70	3.42	1.58	5.00	1.60	6.60
〃	15.0	〃	1.60	1.75	〃	3.45	1.63	5.08	1.32	6.40
〃	17.5	〃	1.53	1.68	1.57	3.25	1.50	4.75	1.55	6.30
〃	20.0	〃	1.50	1.65	1.50	3.15	1.55	4.70	〃	6.25
〃	22.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.20
〃	25.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.68	6.38
〃	27.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	4.65	1.75	6.40
〃	30.0	〃	〃	〃	1.55	3.20	1.57	4.77	1.68	6.45
〃	3.25	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.50	4.80	1.75	6.55

時間		⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
2	35.0	0.15	1.50	1.65	1.70	3.35	1.50	4.85	1.75	6.60
〃	37.5	〃	〃	〃	1.60	3.25	1.65	4.90	1.80	6.70
〃	40.0	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.50	4.80	〃	6.60
〃	42.5	〃	1.52	1.67	1.58	3.25	1.55	〃	〃	〃
〃	45.0	〃	1.55	1.70	1.55	〃	1.60	4.85	1.77	6.62
〃	47.5	〃	〃	〃	1.60	3.30	1.55	〃	1.73	6.58
〃	50.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.75	6.60
〃	52.5	〃	1.57	1.72	1.58	〃	1.57	4.87	1.73	〃
〃	55.0	〃	1.60	1.75	1.60	3.35	1.55	4.90	1.70	〃
〃	57.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.60	4.95	1.65	〃
3	00	〃	〃	〃	1.59	3.34	1.54	4.88	1.72	〃
〃	2.5	〃	1.57	1.72	1.61	3.33	1.52	4.85	1.75	〃
〃	5.0	〃	〃	〃	1.58	3.30	1.55	〃	1.77	6.62
〃	7.5	〃	1.55	1.70	1.62	3.32	1.53	〃	1.75	6.60
〃	10.0	〃	1.53	1.68	1.59	3.27	1.55	4.82	1.73	6.55
〃	12.5	〃	1.50	1.65	1.62	〃	〃	〃	〃	〃
〃	15.0	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.52	〃	〃	〃
〃	17.5	〃	1.45	1.60	1.70	〃	〃	〃	1.78	6.60
〃	20.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.55	4.85	1.75	〃
〃	22.5	〃	1.50	1.65	1.67	3.32	1.53	〃	〃	〃
〃	25.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	27.5	〃	1.55	1.70	1.63	3.33	1.54	4.87	1.78	6.65
〃	30.0	〃	〃	〃	1.60	3.30	1.60	4.90	1.80	6.70
〃	32.5	〃	〃	〃	1.65	3.35	〃	4.95	1.85	6.80
〃	35.0	〃	1.65	1.80	1.58	3.38	1.57	〃	〃	〃
〃	37.5	〃	1.55	1.70	1.65	3.35	1.53	4.88	1.82	6.70
〃	40.0	〃	1.53	1.68	1.62	3.30	1.52	4.82	1.78	6.60
〃	42.5	〃	1.47	1.62	1.63	3.25	1.57	〃	〃	〃
〃	45.0	〃	〃	〃	1.61	3.23	1.67	4.90	1.72	6.62
〃	47.5	〃	1.55	1.70	1.68	3.38	1.57	4.95	1.85	6.80
〃	50.0	〃	〃	〃	1.70	3.40	1.60	5.00	1.80	〃
〃	52.5	〃	1.53	1.68	1.62	3.30	1.50	4.80	〃	6.60
〃	55.0	〃	〃	〃	1.57	3.25	1.55	〃	1.70	6.50
〃	57.5	〃	〃	〃	1.62	3.30	〃	4.85	1.75	6.60
4	00	〃	1.55	1.70	1.65	3.35	1.60	4.95	1.73	6.80
〃	2.5	〃	1.50	1.65	〃	3.30	1.55	4.85	1.75	6.60
〃	5.0	〃	〃	〃	1.63	3.28	1.54	4.82	1.78	〃
〃	7.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	10.0	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.55	4.85	1.79	6.64
〃	12.5	〃	〃	〃	1.70	3.35	〃	4.90	1.50	6.40
〃	15.0	〃	〃	〃	1.57	3.32	1.50	4.82	1.33	6.15
〃	17.5	〃	〃	〃	1.65	3.30	1.52	〃	1.38	6.20
〃	20.0	〃	〃	〃	1.67	3.32	1.50	〃	〃	〃
〃	22.5	〃	〃	〃	1.70	3.35	〃	4.85	1.40	6.25
〃	25.0	〃	〃	〃	1.65	3·30	1.55	〃	1.55	6.40
〃	27.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.52	4.82	1.28	6.10
〃	30.0	〃	1.47	1.62	1.68	〃	〃	〃	0.98	5.80
〃	32.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.18	6.00
〃	35.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.28	6.10
〃	37.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	40.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.63	6.45
〃	42.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.66	6.48
〃	45.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.78	6.60
〃	47.5	〃	1.50	1.65	1.60	3.25	1.55	4.80	〃	6.58
〃	50.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	6.45
〃	52.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.50
〃	55.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.57	4.82	1.78	6.60
〃	57.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	4.90	2.10	7.00
5	00	〃	1.53	1.68	1.64	3.32	1.61	4.93	1.47	6.40
〃	2.5	〃	1.50	1.65	1.65	3.30	1.55	4.85	1.55	〃
〃	5.0	〃	1.41	1.56	1.64	3.20	1.50	4.70	1.40	6.10
〃	7.5	〃	1.30	1.45	1.68	3.13	1.55	4.68	1.17	5.85
〃	10.0	〃	〃	〃	〃	〃	1,57	4.70	1.30	6.00

時間	⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
5 12.5	0.15	1.30	1.45	1.80	3.25	1.53	4.78	1.32	6.10
〃 15.0	〃	1.32	1.47	〃	3.27	1.58	4.85	1.15	6.00
〃 17.5	〃	13.5	1.50	1.87	3.37	1.56	4.93	1.27	6.20
〃 20.0	〃	1.47	1.62	1.78	3.40	1.55	4.95	1.30	6.25
〃 22.5	〃	1.50	1.65	1.75	〃	〃	〃	1.20	6.15
〃 25.0	〃	1.45	1.60	〃	3.35	〃	4.90	1.25	〃
〃 27.5	〃	1.40	1.55	1.77	3.32	〃	4.87	1.31	6.18
〃 30.0	〃	〃	〃	1.75	3.30	1.57	〃	1.48	6.35
〃 32.5	〃	〃	〃	1.77	3.32	1.56	4.88	1.52	6.40
〃 35.0	〃	1.45	1.60	1.73	3.33	1.55	〃	1.55	6.43
〃 37.5	〃	1.42	1.57	1.75	3.32	1.53	4.85	〃	6.40
〃 40.0	〃	1.40	1.55	〃	3.30	1.50	4.80	1.60	〃
〃 42.5	〃	1.42	1.57	1.68	3.25	1.60	4.85	〃	6.45
〃 45.0	〃	1.45	1.60	1.65	〃	〃	〃	1.70	6.55
〃 47.5	〃	1.52	1.67	1.68	3.35	1.55	4.90	〃	6.60
〃 50.0	〃	1.55	1.70	1.65	〃	〃	〃	1.73	6.63
〃 52.5	〃	1.50	1.65	1.60	3.25	〃	4.80	1.80	6.60
〃 55.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.90	6.70
〃 57.5	〃	1.55	1.70	1.63	3.33	1.49	4.82	1.83	6.65
6 00	〃	1.60	1.75	1.65	3.40	1.50	4.90	1.75	〃
〃 2.5	〃	〃	〃	1.70	3.45	1.55	5.00	1.60	6.60
〃 5.0	〃	1.55	1.70	1.65	3.35	1.60	4.95	1.65	〃
〃 7.5	〃	1.50	1.65	〃	3.30	1.55	4.85	1.95	6.80
〃 10.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	4.80	2.00	〃
〃 12.5	〃	1.45	1.60	1.67	3.27	1.48	4.75	2.05	〃
〃 15.0	〃	1.40	1.55	1.72	〃	〃	〃	〃	〃
〃 17.5	〃	〃	〃	1.70	3.25	1.50	〃	〃	〃
〃 20.0	〃	1.43	1.58	1.72	3.30	1.45	〃	2.15	6.90
〃 22.5	〃	1.45	1.60	〃	3.32	1.38	4.70	2.30	7.00
〃 25.0	〃	1.50	1.65	〃	3.37	1.43	4.80	2.25	7.05
〃 27.5	〃	〃	〃	1.67	3.32	1.53	4.85	〃	7.10
〃 30.0	〃	1.45	1.60	1.70	3.30	1.50	4.80	〃	7.05
〃 32.5	〃	〃	〃	1.72	3.32	1.58	4.90	2.1.	7.00
〃 35.0	〃	1.50	1.65	〃	3.37	1.55	4.92	2.11	7.03
〃 37.5	〃	〃	〃	1.70	3.35	1.50	4.85	2.25	7.10
〃 40.0	〃	〃	〃	1.72	3.38	1.52	4.90	2.10	7.00
〃 42.5	〃	1.47	1.62	1.70	3.32	1.58	〃	1.70	6.60
〃 45.0	〃	〃	〃	1.65	3.27	〃	4.85	1.65	6.50
〃 47.5	〃	1.42	1.57	1.68	3.25	1.90	〃	1.55	6.40
〃 50.0	〃	1.40	1.55	1.70	〃	〃	〃	1.50	6.35
〃 52.5	〃	1.47	1.62	1.68	3.30	1.55	〃	1.60	6.45
〃 55.0	〃	1.49	1.64	1.69	3.33	1.57	4.90	1.65	6.55
平均	※	以降	268.00 163 =1.644	1.617	531.65 163 =3.261	1.543	783.10 163 =4.804	1.711	1062.01 163 =6.515

第7表 No. 2 計測記録の数値

時間	⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0 0	0.15								
〃 6.05	〃								
〃 12.1	〃	11.5	1.30	1.70	3.00	1.45	4.45		
〃 18.15	〃	1.25	1.40	〃	3.10	〃	4.55		
〃 24.2	〃	1.45	1.60	1.55	3.15	1.30	4.45		
〃 30.25	〃	〃	〃	〃	〃	1.35	4.50		
〃 36.3	〃	1.40	1.55	1.60	〃	1.38	4.53	1.07	5.60
〃 42.35	〃	1.43	1.58	1.52	3.10	1.45	4.55	1.25	5.80
〃 48.4	〃	1.37	1.52	1.60	3.12	1.46	4.58	1.17	5.75
〃 54.45	〃	1.40	1.55	1.58	3.13	1.43	4.56	1.14	5.60

時　間	⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h　m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
※ 1　0.5	0.15	1.40	1.55	1.60	3.15	1.40	4.55	1.30	5.85
〃　6.55	〃	〃	〃	1.63	3.18	〃	4.58	1.32	5.90
〃　12.6	〃	1.45	1.60	1.54	3.14	1.44	〃	〃	〃
〃　18.65	〃	1.40	1.55	1.62	3.17	1.41	〃	1.37	5.95
〃　24.7	〃	1.37	1.52	1.63	3.15	1.40	4.55	1.40	〃
〃　30.75	〃	1.36	1.51	1.59	3.10	〃	4.50	1.45	〃
〃　36.8	〃	1.39	1.54	1.60	3.14	1.41	4.55	〃	6.00
〃　42.85	〃	1.43	1.58	1.55	3.13	1.42	〃	〃	〃
〃　48.9	〃	1.40	1.55	1.58	〃	1.40	4.53	1.42	5.95
〃　54.95	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.47	6.00
2　1	〃	〃	〃	〃	〃	1.44	4.57	1.43	〃
〃　7.05	〃	1.45	1.60	1.55	3.15	1.46	4.61	1.39	〃
〃　13.1	〃	1.43	1.58	1.57	〃	1.42	4.57	1.33	5.90
〃　19.15	〃	〃	〃	〃	〃	1.40	4.55	1.40	5.95
〃　25.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.30	5.85
〃　31.25	〃	1.35	1.50	1.63	3.13	1.39	4.52	1.48	6.00
〃　37.3	〃	1.40	1.55	1.55	3.10	1.40	4.50	1.40	5.95
〃　43.35	〃	1.35	1.50	〃	3.05	1.45	〃	1.50	6.00
〃　49.4	〃	〃	〃	1.60	3.10	1.40	〃	1.45	5.95
〃　55.45	〃	〃	〃	1.58	3.08	1.42	〃	〃	〃
3　1.5	〃	1.43	1.58	1.57	3.15	1.40	4.55	1.35	5.90
〃　7.55	〃	1.40	1.55	〃	3.12	1.43	〃	〃	〃
〃　13.6	〃	〃	〃	1.60	3.15	1.40	〃	〃	〃
〃　196.5	〃	1.43	1.58	1.57	〃	1.38	4.53	1.42	5.95
〃　25.7	〃	1.45	1.60	1.55	〃	〃	〃	1.47	6.00
〃　31.75	〃	〃	〃	1.50	3.10	1.43	〃	1.27	5.80
〃　37.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃　43.85	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃　49.9	〃	〃	〃	1.48	3.08	1.42	4.50	1.30	〃
〃　55.95	〃	〃	〃	1.47	3.07	1.43	〃	1.28	5.78
4　2	〃	〃	〃	1.50	3.10	1.40	〃	1.25	5.75
〃　8.05	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.30	5.80
〃　14.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃　20.15	〃	〃	〃	1.52	3.12	1.43	4.55	1.20	5.75
〃　26.2	〃	〃	〃	1.55	3.15	1.42	4.57	1.33	5.90
〃　32.25	〃	〃	〃	〃	〃	1.38	4.53	1.42	5.95
〃　38.3	〃	〃	〃	〃	〃	1.35	4.50	1.45	〃
〃　44.35	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.00
〃　50.4	〃	〃	〃	〃	〃	1.37	4.52	1.38	5.90
〃　56.45	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5　2.5	〃	〃	〃	1.50	3.10	1.48	4.58	1.37	5.95
〃　8.55	〃	1.40	1.55	1.51	3.06	1.51	4.57	1.33	5.90
〃　14.6	〃	1.35	1.50	1.50	3.00	1.45	4.45	1.35	5.80
〃　20.65	〃	1.45	1.60	〃	3.10	1.38	4.48	1.42	5.90
〃　26.7	〃	1.43	1.58	〃	3.08	1.37	4.45	1.45	〃
〃　32.75	〃	1.40	1.55	1.55	3.10	1.40	4.50	1.30	5.80
〃　38.8	〃	1.42	1.57	1.60	3.17	1.33	〃	〃	〃
〃　44.85	〃	1.40	1.55	〃	3.15	1.40	4.55	1.45	6.00
〃　50.9	〃	〃	〃	1.55	3.10	〃	4.50	1.40	5.90
〃　56.95	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	5.95
6　3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃　9.05	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.00
〃　15.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	5.95
〃　21.15	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.00
〃　27.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	5.95
〃　33.25	〃	〃	〃	1.58	3.13	1.42	4.55	〃	6.00
〃　39.3	〃	〃	〃	〃	〃	1.44	4.57	1.43	〃
〃　45.35	〃	〃	〃	1.55	3.10	1.40	4.50	1.45	5.95
〃　51.4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃　57.45	〃	〃	〃	〃	〃	1.45	4.55	1.40	〃

時間		⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
7	3.5	0.15	1.40	1.55	1.65	3.20	1.30	4.50	1.50	6.00
〃	9.55	〃	〃	〃	1.60	3.15	1.35	〃	〃	〃
〃	15.6	〃	1.38	1.53	1.67	3.20	〃	4.55	1.65	6.20
〃	21.65	〃	1.35	1.50	1.70	〃	1.30	4.50	1.60	6.10
平均		※	以降	100.03 64 =1.563	1.56	199.87 64 =3.123	1.403	289.66 64 =4.526	1.40	379.23 64 =5.93

第8表 No. 3 計測記録の数値

時間		⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	00	0.15	1.15	1.30		3.00				
〃	15	〃	1.35	1.50	1.70	3.20	1.25	4.45	1.55	6.00
〃	30	〃	1.33	1.48	1.72	〃	1.28	4.48	1.62	6.10
〃	45	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.72	6.20
1	00	〃	1.35	1.50	1.70	〃	〃	〃	〃	〃
〃	15	〃	〃	〃	1.72	3.22	〃	4.50	1.75	6.25
〃	30	〃	〃	〃	1.75	3.25	1.27	4.52	1.73	〃
〃	45	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
2	00	〃	1.36	1.51	1.76	3.27	1.28	4.55	1.70	〃
〃	15	〃	1.37	1.52	1.75	〃	1.29	4.56	1.69	〃
〃	30	〃	〃	〃	1.73	3.25	1.30	4.55	1.70	〃
〃	45	〃	1.39	1.54	1.76	3.30	〃	4.60	1.65	〃
3	00	〃	〃	〃	1.74	3.28	1.29	4.57	1.68	〃
〃	15	〃	1.42	1.57	1.63	3.20	1.37	〃	〃	〃
〃	30	〃	1.41	1.56	1.67	3.23	1.34	〃	〃	〃
〃	45	〃	1.43	1.58	1.72	3.30	1.27	〃	〃	〃
4	00	〃	1.45	1.60	1.68	3.28	1.29	〃	1.63	6.20
〃	15	〃	〃	〃	1.65	3.25	1.30	4.55	1.65	〃
〃	30	〃	1.43	1.58	1.70	3.28	1.27	〃	〃	〃
〃	45	〃	1.40	1.55	1.73	〃	1.28	4.56	1.67	6.23
5	00	〃	1.37	1.52	〃	3.25	1.30	4.50	1.73	〃
〃	15	〃	〃	〃	1.68	3.20	1.35	〃	1.70	6.20
〃	30	〃	1.35	1.50	1.60	3.10	1.33	4.43	1.67	6.10
〃	45	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	6.08
6	00	〃	1.33	1.48	1.62	〃	1.32	4.42	1.63	6.05
〃	15	〃	〃	〃	〃	〃	1.30	4.40	1.65	〃
〃	30	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	45	〃	1.32	1.47	1.63	〃	〃	〃	〃	〃
7	00	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
※〃	15	〃	1.30	1.45	1.65	〃	〃	〃		
〃	30	〃	1.27	1.42	1.68	〃	1.28	4.38		
〃	45	〃	1.27	1.42	1.68	3.10	1.28	4.38		
平均		※	以前	46.75 31 =1.508	1.689	99.11 31 =3.197	1.294	139.24 31 =4.491	1.685	172.94 28 =6.176

第9表　No. 4 計測記録の数値

時	間	⓪	①〜⓪	①	②〜①	②	③〜②	③	④〜③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	0	0.15	1.27	1.42	1.08	2.50				
〃	2.1	〃	1.30	1.45	1.30	2.75				
〃	4.2	〃	1.38	1.53	1.47	3.00				
〃	6.3	〃	1.42	1.57	1.53	3.10				
〃	8.4	〃	〃	〃	〃	〃				
〃	10.5	〃	1.45	1.60	1.50	〃				
〃	12.6	〃	〃	〃	1.85	3.45				
〃	14.7	〃	〃	〃	1.81	3.41				
〃	16.8	〃	1.50	1.65	1.76	〃				
〃	18.9	〃	1.65	1.80	1.61	〃				
〃	21.0	〃	〃	〃	〃	〃	1.59	4.00		
〃	23.1	〃	〃	〃	〃	〃	1.67	4.10		
〃	25.2	〃	〃	〃	〃	〃	1.71	4.12		
〃	27.3	〃	1.66	1.81	〃	3.42	1.73	4.15		
〃	29.4	〃	1.67	1.82	1.60	〃	1.75	4.17		
〃	31.5	〃	〃	〃	1.61	3.43	1.77	4.20		
〃	33.6	〃	〃	〃	1.63	3.45	1.75	〃		
〃	35.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.77	4.22		
〃	37.8	〃	1.65	1.80	1.67	3.47	1.78	4.25		
〃	39.9	〃	1.67	1.82	1.65	〃	1.75	4.22	1.73	5.95
〃	42.0	〃	1.65	1.80	1.63	3.43	1.77	4.20	1.75	〃
〃	44.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.80	6.00
〃	46.2	〃	1.64	1.79	1.64	〃	1.79	4.22	1.78	〃
〃	48.3	〃	1.60	1.75	1.75	3.50	1.72	〃	〃	〃
〃	50.4	〃	1.58	1.73	1.74	3.47	1.75	〃	1.76	5.98
〃	52.5	〃	1.66	1.81	1.66	〃	1.76	4.23	1.75	〃
〃	54.6	〃	1.65	1.80	1.70	3.50	1.74	4.24	1.74	〃
〃	56.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	4.20	1.82	6.02
〃	58.8	〃	1.63	1.78	1.66	3.44	1.76	〃	1.80	6.00
1	0.9	〃	1.65	1.80	1.68	3.48	1.72	〃	1.77	5.97
〃	3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	5.90
〃	5.1	〃	〃	〃	1.65	3.45	0.75	〃	1.70	〃
〃	7.2	〃	1.63	1.78	1.64	3.42	0.74	4.16	1.69	5.85
〃	9.3	〃	1.61	1.76	1.66	〃	0.76	4.18	1.62	5.80
〃	11.4	〃	1.65	1.80	1.65	3.45	0.75	4.20	1.75	5.95
〃	13.5	〃	〃	〃	1.63	3.43	0.77	〃	1.67	5.87
〃	15.6	〃	〃	〃	1.68	3.48	0.72	〃	1.80	6.00
〃	17.7	〃	〃	〃	1.65	3.45	0.75	〃	1.90	6.10
〃	19.8	〃	1.63	1.78	1.69	3.47	〃	4.22	1.98	6.20
〃	21.9	〃	1.60	1.75	1.64	3.49	0.84	4.33	1.92	6.25
〃	24.0	〃	1.57	1.72	1.76	3.48	0.94	4.42	1.88	6.30
〃	26.1	〃	1.51	1.66	1.84	3.50	〃	4.44	2.01	6.45
〃	28.2	〃	1.55	1.70	1.81	3.51	0.97	4.48	2.07	6.55
〃	30.3	〃	〃	〃	〃	〃	0.94	4.45	2.12	6.57
〃	32.4	〃	〃	〃	1.82	3.52	0.96	4.48	2.09	〃
〃	34.5	〃	1.53	1.68	1.84	〃	0.98	4.50	2.07	〃
〃	36.6	〃	1.55	1.70	1.80	3.50	1.02	4.52	1.93	6.45
〃	38.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.05	4.55	1.83	6.35
〃	40.8	〃	〃	〃	1.78	3.48	1.02	4.50	1.70	6.20
〃	42.9	〃	〃	〃	1.80	3.50	1.00	〃	〃	〃
〃	45.0	〃	1.67	1.82	1.78	3.60	0.98	4.58	1.65	6.23
〃	47.1	〃	〃	〃	1.76	3.58	1.02	4.60	1.63	〃
〃	49.2	〃	1.68	1.83	1.85	〃	〃	〃	1.70	6.30
〃	51.3	〃	1.66	1.81	1.87	〃	1.04	4.62	1.73	6.35
〃	53.4	〃	1.71	1.86	1.73	3.59	1.03	〃	1.78	6.40
〃	55.5	〃	1.80	1.95	1.70	3.65	0.97	〃	〃	〃
〃	57.6	〃	1.70	1.85	1.91	3.76	1.05	4.81	1.74	6.55
〃	59.7	〃	1.65	1.80	1.87	3.67	1.03	4.70	1.80	6.50
2	1.8	〃	1.60	1.75	1.90	3.65	1.05	〃	1.70	6.40
※〃	3.9	〃	1.49	1.64	1.96	3.63	1.10	4.73	1.72	6.45
〃	6.0	〃	1.41	1.56	2.04	3.60	〃	4.70	1.80	6.50
〃	8.1	〃	1.52	1.67	1.95	3.62	1.11	4.73	1.67	6.40

時	間	⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
2	10.2	0.15	1.72	1.87	1.77	3.64	1.11	4.75	1.45	6.20
〃	12.3	〃	〃	〃	1.83	3.65	1.10	〃	1.25	6.00
〃	14.4	〃	1.70	1.85	1.78	3.63	1.09	4.72	1.23	5.95
〃	16.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.07	4.70	1.50	6.20
〃	18.6	〃	1.73	1.88	1.75	〃	1.11	4.74	1.46	〃
〃	20.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.07	4.70	1.60	6.30
〃	22.8	〃	1.70	1.85	1.78	〃	〃	〃	1.70	6.40
〃	24.9	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.10	〃	1.60	6.30
〃	27.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.50	6.20
〃	29.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.60	6.30
〃	31.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.40
〃	33.3	〃	1.75	1.90	1.74	3.64	1.11	4.75	1.85	6.60
〃	35.4	〃	1.68	1.83	1.77	3.60	1.15	〃	1.77	6.52
〃	37.5	〃	1.72	1.87	1.76	3.63	1.12	〃	〃	〃
〃	39.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.45
〃	41.7	〃	1.75	1.90	1.75	3.65	1.10	〃	〃	〃
〃	43.8	〃	〃	〃	1.71	3.61	1.14	〃	1.80	6.55
〃	49.5	〃	1.72	1.87	1.76	3.63	1.13	4.76	1.82	6.58
〃	48.0	〃	〃	〃	1.73	3.60	1.15	4.75	1.85	6.60
〃	50.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	52.2	〃	〃	〃	1.81	3.58	1.17	〃	〃	〃
〃	54.3	〃	1.73	1.88	1.68	3.56	1.16	4.72	1.88	〃
〃	56.4	〃	〃	〃	1.70	3.58	1.14	〃	〃	〃
〃	58.5	〃	〃	〃	1.73	3.61	1.11	〃	1.98	6.70
3	0.6	〃	〃	〃	〃	〃	1.12	4.73	2.17	6.90
〃	2.7	〃	〃	〃	1.72	3.60	1.15	4.75	2.15	〃
〃	4.8	〃	〃	〃	1.85	3.73	1.07	4.80	2.10	〃
〃	6.9	〃	1.72	1.87	1.88	3.75	1.05	〃	2.06	6.86
〃	9.0	〃	1.74	1.89	1.69	3.58	1.14	4.72	2.14	〃
〃	11.1	〃	1.75	1.90	1.65	3.55	1.17	〃	2.08	6.80
〃	13.2	〃	〃	〃	1.70	3.60	1.15	4.75	2.03	6.78
〃	15.3	〃	〃	〃	1.64	3.54	1.11	4.65	2.15	6.80
〃	17.4	〃	1.73	1.88	1.65	3.53	1.07	4.60	2.20	〃
〃	19.5	〃	〃	〃	1.62	3.50	1.10	〃	2.00	6.60
〃	21.6	〃	1.71	1.86	1.64	〃	〃	〃	2.07	6.67
〃	23.7	〃	1.70	1.85	1.68	3.53	1.22	4.75	2.05	6.80
〃	25.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	27.9	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.20	〃	2.07	6.82
〃	30.0	〃	〃	〃	1.69	3.54	1.16	4.70	2.27	6.97
〃	32.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.32	7.02
〃	34.2	〃	〃	〃	〃	〃	1.14	4.68	〃	7.00
〃	36.3	〃	〃	〃	〃	〃	1.16	4.70	2.30	〃
〃	38.4	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.10	〃	〃	〃
〃	40.5	〃	〃	〃	1.77	3.62	1.08	〃	〃	〃
〃	42.6	〃	〃	〃	〃	〃	1.23	4.85	1.80	6.65
〃	44.7	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.10	4.70	1.95	〃
〃	46.8	〃	〃	〃	1.73	3.58	1.14	4.72	1.68	6.40
〃	48.9	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.20	4.75	1.65	〃
〃	51.0	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.15	〃	1.85	6.60
〃	53.1	〃	〃	〃	1.74	3.59	1.23	4.82	1.78	〃
〃	55.2	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.35	4.90	1.80	6.70
〃	57.3	〃	〃	〃	〃	〃	1.30	4.85	1.85	〃
〃	59.4	〃	〃	〃	〃	〃	1.35	4.70	1.90	6.60
4	1.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	6.35
〃	3.6	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.30	〃	1.60	6.30
〃	5.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.20	4.80	1.55	6.35
〃	7.8	〃	〃	〃	〃	〃	1.15	4.75	1.70	6.45
〃	9.9	〃	〃	〃	〃	〃	1.17	4.77	1.68	〃
〃	12.0	〃	1.75	1.90	1.68	3.58	〃	4.75	1.45	6.20
〃	14.1	〃	1.70	1.85	1.73	〃	1.15	4.73	1.37	6.10
〃	16.2	〃	1.72	1.87	〃	3.60	1.10	4.70	1.40	〃
〃	18.3	〃	1.75	1.90	1.70	〃	〃	〃	〃	〃
〃	20.4	〃	1.74	1.89	1.69	3.58	1.17	4.75	1.60	6.35
〃	22.5	〃	〃	〃	1.71	3.60	1.10	4.70	1.65	〃

時間		⓪	①～⓪	①	②～①	②	③～②	③	④～③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
4	24.6	0.15	1.74	1.88	1.72	3.61	1.10	4.71	1.67	6.38
〃	26.7	〃	1.70	1.85	1.75	3.60	1.17	4.77	1.68	6.45
〃	28.8	〃	1.75	1.90	1.68	3.58	〃	4.75	1.45	6.20
〃	30.9	〃	1.70	1.85	1.73	〃	1.15	4.73	1.37	6.10
〃	33.0	〃	1.72	1.87	1.83	3.60	1.10	4.70	1.40	〃
〃	35.1	〃	1.75	1.90	1.70	〃	〃	〃	〃	〃
〃	37.2	〃	1.74	1.89	1.69	3.58	1.17	4.75	1.60	6.35
〃	39.3	〃	〃	〃	1.71	3.60	1.10	4.70	1.65	〃
〃	41.4	〃	〃	〃	1.72	3.61	〃	4.71	1.97	6.38
〃	43.5	〃	1.70	1.85	1.76	〃	〃	〃	1.58	6.39
〃	45.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.49	6.20
〃	47.7	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.15	4.75	1.40	6.15
〃	49.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	51.9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	54.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.35	6.10
〃	56.1	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	58.2	〃	〃	〃	1.78	3.63	1.12	〃	〃	〃
5	0.3	〃	〃	〃	1.75	3.60	1.13	4.73	1.47	6.20
〃	2.4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.37	6.10
〃	4.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.10	4.70	1.40	〃
〃	6.6	〃	1.73	1.88	1.72	〃	〃	〃	1.50	6.20
〃	8.7	〃	1.70	1.85	1.75	〃	〃	〃	1.40	6.10
〃	10.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.40
〃	12.9	〃	1.72	1.87	1.76	3.63	1.07	〃	1.48	6.18
〃	15.0	〃	1.70	1.85	1.75	3.60	1.10	〃	〃	〃
〃	17.1	〃	〃	〃	〃	〃	1.13	4.73	1.47	6.20
〃	19.2	〃	〃	〃	〃	〃	1.10	4.70	1.50	〃
〃	21.3	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.15	〃	1.30	6.00
〃	23.4	〃	〃	〃	1.72	3.57	1.08	4.65	1.25	5.90
〃	25.5	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.10	〃	1.43	6.08
〃	27.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.70	6.35
〃	29.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.65	6.30
〃	31.8	〃	〃	〃	1.68	3.53	1.17	4.70	1.50	6.20
〃	33.9	〃	〃	〃	1.65	3.50	1.25	4.75	1.65	6.40
〃	36.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.85	6.60
〃	38.1	〃	〃	〃	1.60	3.45	〃	4.70	2.00	6.70
〃	40.2	〃	〃	〃	1.65	3.50	〃	4.75	1.95	〃
〃	42.3	〃	〃	〃	1.70	3.55	1.18	4.73	1.87	6.60
〃	44.4	〃	1.65	1.80	1.73	3.58	1.12	4.70	〃	6.57
〃	46.5	〃	1.70	1.85	1.73	〃	〃	〃	1.90	6.60
〃	48.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	50.7	〃	1.72	1.87	1.78	3.55	1.15	〃	1.85	6.55
〃	52.8	〃	1.73	1.88	1.77	〃	1.13	4.68	1.77	6.45
〃	54.9	〃	1.67	1.82	1.74	3.56	1.09	4.65	1.85	6.50
〃	57.0	〃	1.65	1.80	1.77	3.57	1.13	4.70	1.88	6.58
〃	59.1	〃	〃	〃	〃	〃	1.08	4.65	1.90	6.55
6	1.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.75	6.40
〃	3.3	〃	1.70	1.85	1.72	〃	1.11	4.68	1.62	6.30
〃	5.4	〃	1.68	1.83	1.74	〃	〃	〃	1.72	6.40
〃	7.5	〃	1.67	1.82	1.75	〃	〃	〃	1.82	6.50
〃	9.6	〃	1.65	1.80	1.78	3.58	1.12	4.70	1.70	6.40
〃	11.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.10	4.68	1.72	〃
〃	13.8	〃	〃	〃	〃	〃	1.12	4.70	1.80	6.50
〃	15.9	〃	1.72	1.87	1.83	3.60	1.10	〃	1.90	6.60
〃	18.0	〃	1.65	1.80	1.80	〃	〃	〃	2.10	6.80
〃	20.1	〃	〃	〃	〃	〃	1.13	4.73	2.09	6.82
〃	22.2	〃	1.64	1.79	1.81	〃	1.10	4.70	2.10	6.80
〃	24.3	〃	1.70	1.85	1.75	〃	1.20	4.80	2.00	〃
〃	26.4	〃	1.72	1.87	1.73	〃	1.23	4.83	1.92	6.75
〃	28.5	〃	1.70	1.85	1.75	〃	1.26	4.86	1.94	6.80
〃	30.6	〃	1.72	1.87	1.78	3.65	1.20	4.85	2.15	7.00
〃	32.7	〃	〃	〃	1.76	3.63	1.12	4.75	2.05	6.80
〃	34.8	〃	1.71	1.86	〃	3.62	1.08	4.70	2.07	6.77
〃	36.9	〃	1.65	1.80	1.85	3.65	1.10	4.75	2.02	〃

時間		⓪	①~⓪	①	②~①	②	③~②	③	④~③	④
h	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
6	39.0	0.15	1.65	1.80	1.80	3.60	1.10	4.70	2.00	6.70
〃	41.1	〃	〃	〃	1.85	3.65	1.05	〃	1.95	6.65
〃	43.2	〃	1.70	1.85	1.75	3.60	1.13	4.73	1.87	6.60
〃	45.3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.03	6.75
〃	47.4	〃	〃	〃	〃	〃	1.15	4.75	2.00	〃
〃	49.5	〃	〃	〃	〃	〃	1.18	4.78	1.97	〃
〃	51.6	〃	〃	〃	〃	〃	1.10	4.70	2.10	6.80
〃	53.7	〃	〃	〃	〃	〃	1.00	4.60	2.15	6.75
〃	55.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	57.9	〃	〃	〃	〃	〃	1.10	4.70	1.90	6.60
7	0	〃	〃	〃	〃	〃	1.08	4.68	2.22	6.90
〃	2.1	〃	〃	〃	〃	〃	1.00	4.60	2.05	6.65
〃	4.2	〃	1.67	1.82	1.68	3.50	1.10	〃	〃	〃
〃	6.3	〃	1.65	1.80	1.60	3.40	1.20	〃	〃	〃
〃	8.4	〃	1.55	1.70	1.88	3.58	1.02	4.66	2.04	6.70
〃	10.5	〃	16.5	1.80	1.80	3.60	1.00	4.60	2.40	7.00
※ 〃	12.6	〃	〃	〃	1.77	3.57	6.98	4.55	2.05	6.60
〃	14.7	〃	〃	〃	1.80	3.60	1.05	4.65	1.93	6.58
〃	16.8	〃	1.66	1.81	1.79	〃	1.08	4.68	1.92	6.60
〃	18.9	〃	1.70	1.85	1.75	〃	1.06	4.66	1.94	〃
〃	21.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	23.1	〃	1.69	1.84	1.76	〃	1.10	4.70	1.95	6.65
〃	25.2	〃	〃	〃	1.74	3.58	1.09	4.77	1.93	6.70
〃	27.3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	1.83	6.60
〃	29.4	〃	1.65	1.80	1.75	3.55	1.20	4.75	1.95	6.70
〃	31.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	2.05	6.80
〃	33.6	〃	〃	〃	〃	〃	1.30	4.85	1.95	〃
〃	35.7	〃	1.72	1.87	1.68	〃	1.25	4.80	2.20	7.00
〃	37.8	〃	1.70	1.85	1.70	〃	1.15	4.70	2.25	6.95
平均		※	ノ 間	1.85		3.59		4.69		6.52

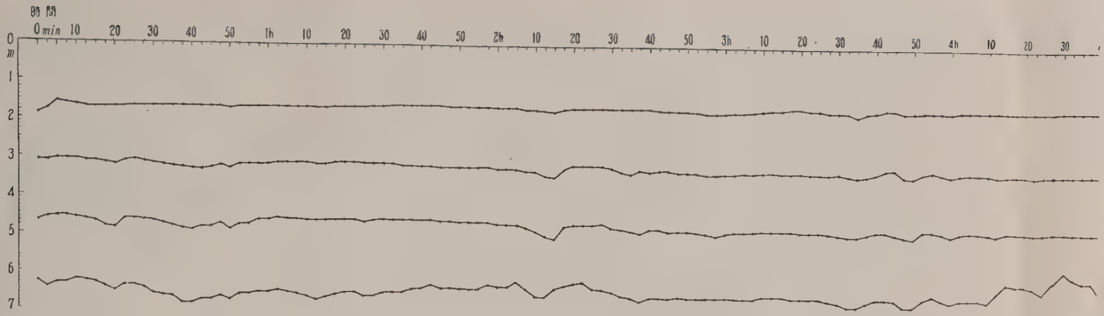
(2) 補足実験

(a) 漁具並びに計測点

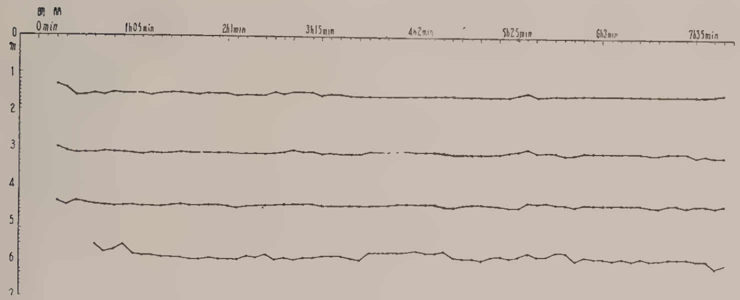
第 10 表

項目 実験網	浮子	沈子	浮子重量	沈子綱	沈子綱	目数	目合	備考
Ⓐ	塩ビ 60枚	鉛(25匁) 51個	4.8 kg	34間 (縮結4.34割)	33間 (縮結 4.5 割)	63目	4.0 寸目	浮力、沈降力共に減少
Ⓑ	塩ビ(竹輪型) 72枚	〃 〃 61個	5.7 〃	〃	〃	〃	〃	30 年度仕様網
Ⓒ	82枚	〃 〃 78個	7.3 〃	42間 (縮結 3 割)	42間 (縮結 3 割)	〃	〃	縮結上、下同一で減少、浮力、沈降力共に増強
Ⓓ	66枚	〃 〃 61個	5.7 〃	〃	〃	〃	〃	縮結上、下同一で減少、浮力のみ減少(ブチー杯)
Ⓔ	66枚	〃 〃 61個	5.7 〃	34間 (縮結4.34割)	33間 (縮結 4.5 割)	〃	〃	30 年度仕様に対し浮力のみ減少

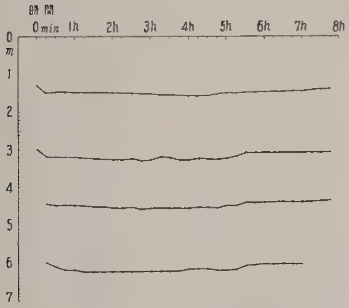
註 浮子綱 10匁(左、右) 沈子綱 20匁(左、右)



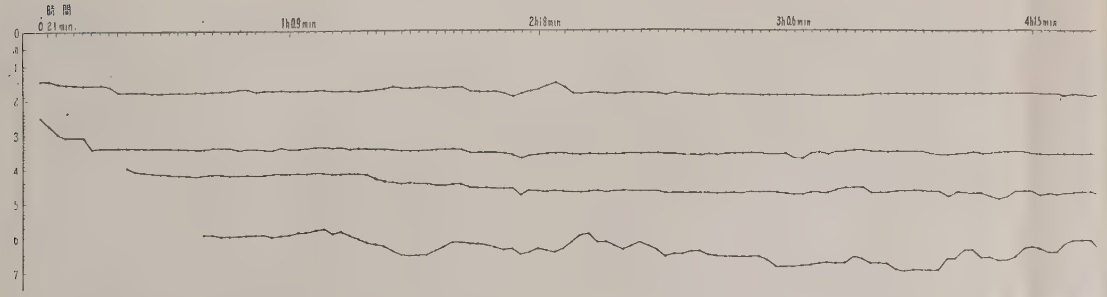
第 19 図　No. 1 計測記録の抜萃



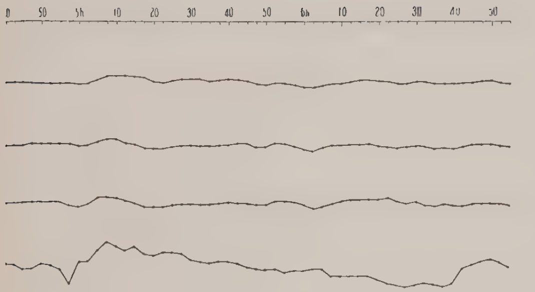
第 20 図　No. 2 計測記録の抜萃

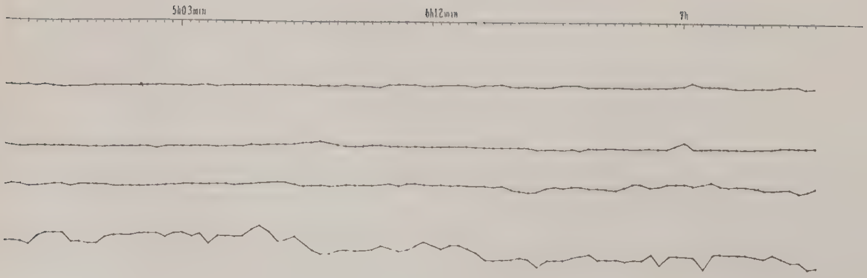


第 21 図　No 3 計測記録の抜萃



第 22 図　No. 4 計測記録

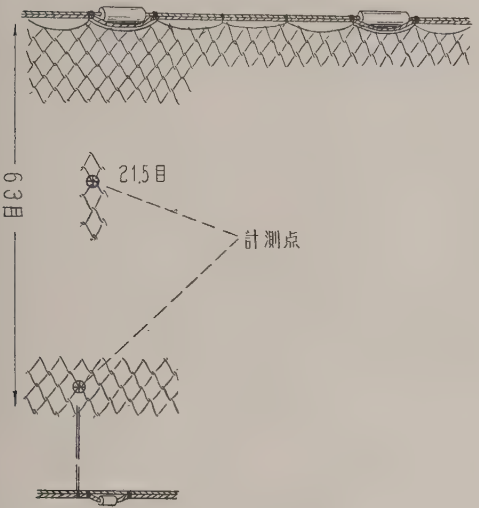




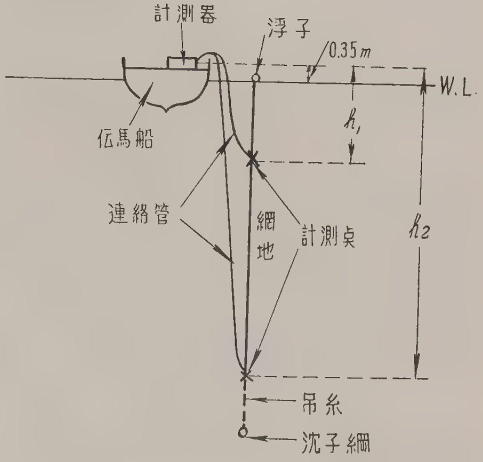
の抜萃

（b）実験概況

第 10 表に示した五種の試験網を対照として第 24 図の様な要領で次項の実験を行つた。その時の計測点は第 23 図に示す通りである。



第 23 図　計測点



第 24 図　計測状況

- (i)　沈降力の変更による網成りに及ぼす影響
- (ii)　縮結の割合の変更による網成りに及ぼす影響
- (iii)　網地各層の網目の変化
- (iv)　浮子綱を持ち上げた場合の網成りの変化
- (v)　浮子綱を水平にずらせた場合の網成りの変化
- (vi)　計測案内部及び連絡管の網成りに及ぼす影響

等々である。以上の他に就ても若干実施したが是は漁船研究室研究参考資料「鮭鱒流刺網の計測器による基礎実験に就ての一考察」に発表した。

（c）気象海況

甚だ良好な天気であつたが稍々風波があつた。前期の 1 日は透明度甚だ良好で網裾迄良く観察出来た。後期は稍々潮流があつた。

（d）記録

第 11 表　記録数値

実験網＼項目	網深さ	21.5 目の深さ	上層 1/3 の 1 目の平均縦長	下層 2/3 の 1 目の平均縦長
Ⓐ	6.00－0.35＝5.65 m	2.10－0.35＝1.75 m	8.0 cm	9.4 cm
Ⓑ	6.00－0.35＝5.65 〃	2.07－0.35＝1.72 〃	7.85 〃	9.47 〃
Ⓒ	5.30－0.35＝4.95 〃	2.00－0.35＝1.65 〃	7.5 〃	7.95 〃
Ⓓ	5.00－0.35＝4.65 〃	1.90－0.35＝1.55 〃	7.2 〃	7.47 〃
Ⓔ	6.05－0.35＝5.70 〃	2.10－0.35＝1.75 〃	8.0 〃	9.51 〃

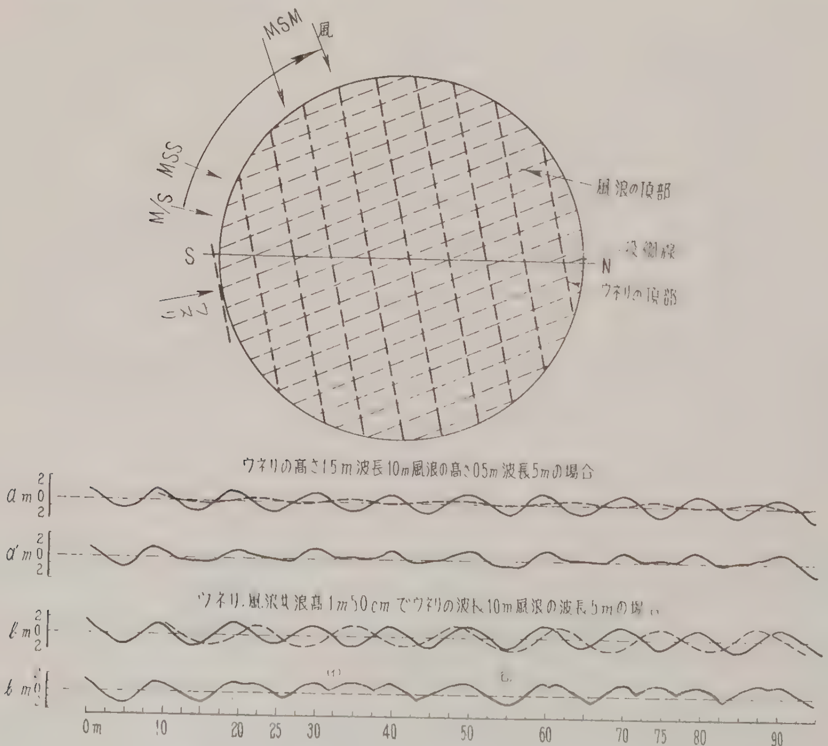
4. 解　　析

(1) 現場実験

(a) 風及び波と記録との関係

3. (1) (c)で示した様に風速と波浪の関係は甚しく複雑でその実態を正確に摑む事は殆んど不可能に近い。遠くより波及して来るウネリ、潮流との関係等で局地に於ける波浪なるものはその局地だけの気象現象だけでは仲々割切れないものがある。極く単純なウネリだけなら割合単純であるが殆んどの場合複雑極まる場合が多い。今回設計試作した計測器（深さ計）は計測中心から任意計測点迄の深さを計測させるものである。今波面に完全に計測器が同調し空間的位置の固定した深さ（例えば計測範囲内の海底等）の点を計測するとすればそれの自記した曲線と一致する筈である。処が実際に於ては前述の様に波の曲線も単純ではないし又計測点も任意に動揺するものであるから自記された曲線と波の曲線とは決して一致しないのが当然である。次に波速は秒単位であるのに記録紙の送りは今次実験時最大で 1 mm/min 最少の場合 0.1 mm/min 以下の時すらあつた。是等の事からして確実に記録ペンが波によつて上下する計測深さの通り動いたとしてもその記録は幅を持つた線になるに過ぎない。処が実際に於ては波の曲線そのものも例を上げると第 25 図の様に決して基準水面に対して上下振幅が相対的でもなく又基準水線の上及び下での保持時間も相対的でない。極く単純に考えて風浪とウネリとが或る方向から投網線上で会合したとして両者の干渉による波高の変化がないとする。第 25 図に示す様な風浪とウネリとが投網線でどの様な曲線を画くかと云うと同図の下の a' 及び b' の様なものとなる。実際には互の干渉等のため更に複雑な変化したものとなるであろう。

是等の事から考えて記録に示されたものは観測した波高、波長による見掛けの上下量とは一致しない事が判る。然し記録された数値は所要点の計器中心からの深さである事には違いない筈である。

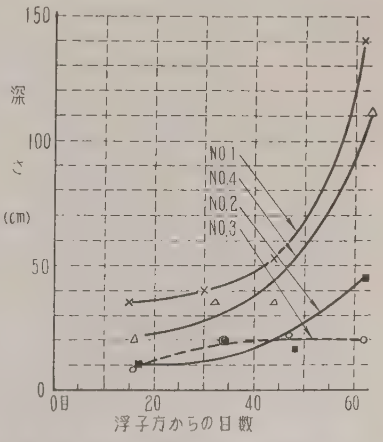

MSM
風
MSS
M/S
S
N
ウネリ
風浪の頂部
投網線
ウネリの頂部
ウネリの高さ1.5m 波長10m 風浪の高さ0.5m 波長5mの場合
a m
a′ m
ウネリ, 風浪共波高 1m50cm でウネリの波長10m 風浪の波長5mの場合
b′ m
b m
2
0
2
0m
10
20
25
30
40
50
60
70
75
80
90

第 25 図　風浪とウネリとの会合による波面曲線

(b) 網の動き

第 12 表

実験番号＼項目	計測点	全記録の平均深さ	最も深くなつた時	最も浅くなつた時	その差
No. 1 計測	網地上縁より15目迄	164.4－15＝149.4cm	180－15＝165cm	145－15＝130cm	35cm
	〃 30目迄	326.1－15＝311.1 〃	350－15＝335 〃	310－15＝295 〃	40 〃
	〃 44目迄	480.4－15＝465.4 〃	507－15＝492 〃	455－15＝440 〃	52 〃
	〃 62目迄	651.5－15＝636.5 〃	720－15＝705 〃	580－15＝565 〃	140 〃
No. 2 計測	網地上縁より17目迄	156.3－15＝141.3 〃	160－15＝145 〃	150－15＝135 〃	10 〃
	〃 34目迄	312.3－15＝297.3 〃	320－15＝305 〃	300－15＝285 〃	20 〃
	〃 48目迄	452.6－15＝437.6 〃	461－15＝446 〃	445－15＝430 〃	16 〃
	〃 62目迄	593－15＝578 〃	620－15＝605 〃	575－15＝560 〃	45 〃
No. 3 計測	網地上縁より16目迄	150.8－15＝135.8 〃	150－15＝135 〃	142－15＝127 〃	8 〃
	〃 34目迄	319.7－15＝304.7 〃	330－15＝315 〃	310－15＝295 〃	20 〃
	〃 47目迄	449.1－15＝434.1 〃	460－15＝445 〃	438－15＝423 〃	22 〃
	〃 62目迄	617.6－15＝602.6 〃	625－15＝610 〃	605－15＝590 〃	20 〃
No. 4 計測	網地上縁より16目迄	184.6－15＝169.6 〃	190－15＝175 〃	170－15＝155 〃	20 〃
	〃 32目迄	358.7－15＝343.7 〃	375－15＝360 〃	340－15＝325 〃	35 〃
	〃 44目迄	469.4－15＝459.4 〃	490－15＝475 〃	455－15＝440 〃	35 〃
	〃 63目迄	652.2－15＝637.2 〃	702－15＝687 〃	590－15＝575 〃	112 〃



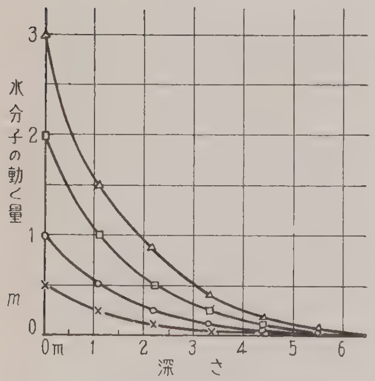
第 26 図　各計測点の深さの振幅量

先に述べた様に海況は大体大差はなかつたのであるが、網の構成（浮子、沈子の変化）に依り各々異つた動きを示している事が判る。第 12 表、第 26 図はそれぞれ各計測時の記録より各計測点の深さの変化（最深、最浅）を取り出しその変化量を示したものである。即ち No. 1, 4 は No. 2, 3 に比べて深さの変化量が相当大きい。是は前者は塩化ビニロン浮子（浮力＝266 g×72ヶ＝19152 g）沈子（重量＝94 g×61ヶ＝5734 g）を用い、浮力が相当大であるため波高 2.5 m 程度迄は少くとも完全に波面に追従していた。後者は桐、ゴム浮子（桐 160 g×48個＝7680 g、ゴム 244 g×24ヶ＝5856 g、合計 13536 g）沈子（重量 75 g×74ヶ＝5550 g）を用いたものであり、此の場合は波高 1 m 程度で約 0.1～0.15 m 波頂部では潜つていた。結局前者は後者に比して浮子綱が波頂に完全に乗り然も下方の重量は大であるので、後者よりも網の上下の張りが常に大であり、又網地の垂直幅の変化量も大となるのであろう。記録で見られる様に網地そのものが反復運動のため共振的なものを生じ必しも下層網地と上層との運動方向が一致しない場合も生じて来る様である。又波浪による水の分子の動きは下程甚しく減少する。是を第 13 表、第 27 図に示す。

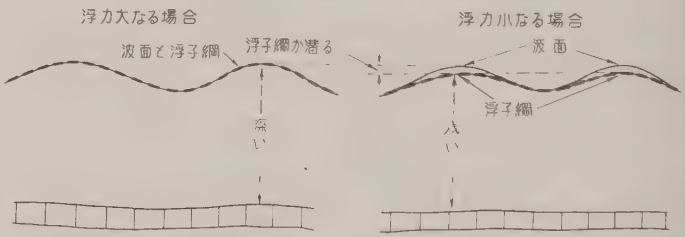
第 13 表　波による水の分子の動き

深さ＼波高	0.5 m	1.0 m	2.0 m	3.0 m
0 m	0.5　m	1.0　m	2.0　m	3.0　m
1.1 〃	0.25　〃	0.5　〃	1.0　〃	1.5　〃
2.2 〃	0.13　〃	0.25　〃	0.5　〃	0.8　〃
3.3 〃	0.06　〃	0.13　〃	0.25　〃	0.4　〃
4.4 〃	0.03　〃	0.06　〃	0.13　〃	0.2　〃
5.5 〃	0.015 〃	0.03　〃	0.06　〃	0.1　〃
6.6 〃	0.008 〃	0.015 〃	0.03　〃	0.05　〃

是等の事から網の上層と下層とでは大いにその影響があつて益々沈子綱は浮子綱に同調しないであろう事が伺える。第 28 図に示す様に浮力小なる場合は波頂部で浮子綱が潜るため沈子綱との同調度が浮力大なる場合より良い。



第 27 図　波浪による各水深での水分子の動き



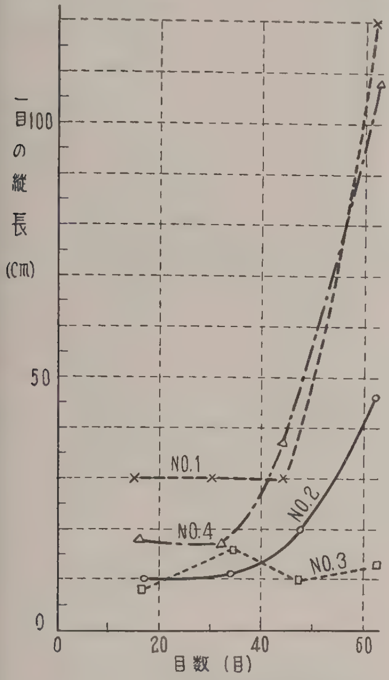
第 28 図　浮力の大なる場合と小なる場合との波頂部での浮子綱の状況

第 14 表　各計測点間の深さの変化量

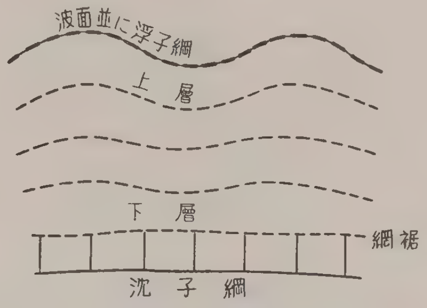
実験番号＼項目	計　測　点	全記録の平均深さ	最も深くなつた時	最も浅くなつた時
No. 1 計測	計測器中心から網地上縁迄の	15 cm	15 cm	15 cm
	網地上縁から15目迄	164.4－15＝149.4 〃	175－15＝160 〃	145－15＝130 〃
	16 目から 30 目迄	161.7 〃	175 〃	145 〃
	31 目から 44 目迄	154.3 〃	170 〃	140 〃
	45 目から 62 目迄	171.1 〃	220 〃	100 〃
No. 2 計測	計測器中心から網地上縁迄	15 cm	15 cm	15 cm
	網地上縁から17目迄	156.3－15＝141.3 〃	160－15＝145 〃	150－15＝135 〃
	18 目から 34 目迄	156 〃	165 〃	154 〃
	35 目から 48 目迄	140.3 〃	150 〃	130 〃
	49 目から 62 目迄	140 〃	150 〃	104 〃
No. 3 計測	計測器中心から網地上縁迄	15 cm	15 cm	15 cm
	網地上縁から16目迄	150.8－15＝135.8 〃	150－15＝135 〃	142－15＝127 〃
	17 目から 47 目迄	168.9 〃	176 〃	160 〃
	35 目から 47 目迄	129.4 〃	137 〃	127 〃
	48 目から 62 目迄	168.5 〃	175 〃	162 〃

No. 4 計測	計測器中心から網地上縁迄	15 cm	15 cm	15 cm
	網地上縁から16目迄	184.6－15＝169.6 〃	190－15＝175 〃	172－15＝157 〃
	17 目から 32 目迄	358.7－184.6＝174.1 〃	175 〃	158 〃
	33 目から 44 皿迄	469.4－358.7＝110.7 〃	135 〃	98 〃
	65 目から 63 目迄	652.2－469.4＝182.8 〃	235 〃	127 〃

次に各計測点間の網地の深さの変化を取り出したのが第 14 表、第 29 図である。是で示す通り網地上層より下層になるに従つて網地の深さの変化量が大になつている。計器或いは浮子綱は大体波面に追従しているから計測器からの深さが変化しない事はそれらの点が波面の上下と共に上下している事であり、又深さの変化が大と云う事はそれらの点が波面に追従しない事を意味する訳である。即ち網地上層部は波面の上下運動に良く同調して上下運動をし、下層部は波面の上下運動に余り同調しない事を現はすものである。是を図解したのが第 30 図である。



第 29 図　各計測間の振幅量



第 30 図　網の各部と波面曲線との関係

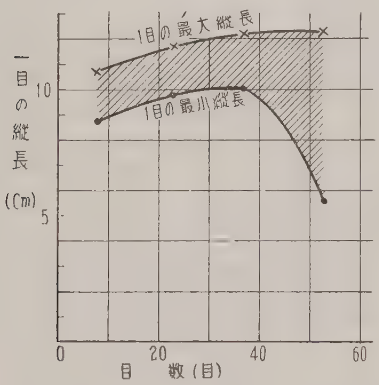
従つて網地の上層部は網目の開きの変化は少いが網目そのものが上下運動をする事になる。

又下層部になる程網目の開きの変化が大で然も網目は伸びつつ上昇し、縮みつつ下降する事が考えられる。各層網目に就て述べると次の様になる。

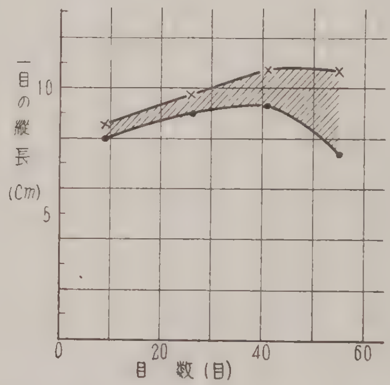
第 15 表　各計測点間の 1 目の開き（縦長）竝びに伸縮の状態

項目 実験番号	計　　測　　点	1 目の平均縦長	最も狭くなつた時の 1 目の縦長	最もよく開いた時の 1 目の縦長
No. 1 計測	網地上縁から15目迄	149.4/15＝9.96 cm	160/15＝10.7 cm	130/15＝8.7 cm
	16 目から 30 目迄	161.7/15＝10.78 〃	175/15＝11.7 〃	145/15＝9.7 〃
	31 目から 44 目迄	154.3/14＝11.02 〃	170/14＝12.14 〃	140/14＝10 〃
	45 目から 62 目迄	171.1/18＝11.12 〃	220/18＝12.2 〃	100/18＝5.5 〃
No. 2 計測	網地上縁から17目迄	141.3/17＝8.3 cm	145/17＝8.5 cm	135/17＝8.0 cm
	18 目から 34 目迄	156/17＝9.1 〃	165/17＝9.7 〃	154/17＝9.0 〃
	35 目から 48 目迄	140.3/14＝10 〃	150/14＝10.7 〃	130/14＝9.3 〃
	49 目から 62 目迄	140/14＝10 〃	150/14＝10.7 〃	104/14＝7.4 〃

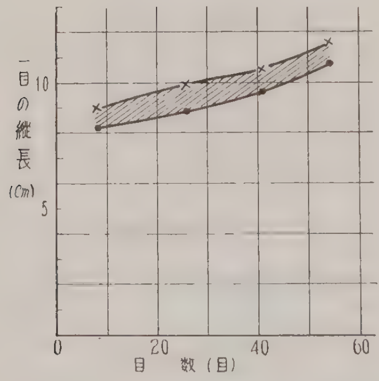
No. 3 網地	網地上縁から16目迄	135.8/16=8.48 cm	145/16=9 cm	132/16=8.25 cm
	17 目から 34 目迄	168.9/18=9.38 〃	176/18=9.97 〃	160/18=8.9 〃
	35 目から 47 目迄	129.4/13=9.95 〃	137/13=10.54〃	127/13=9.77〃
	48 目から 62 目迄	168.5/15=10.9 〃	175/15=11.66〃	162/15=10.8〃
No. 4 網地	網地上縁から16目迄	169.6/16=60.6 cm	175/16=10.93 cm	157/16=9.8 cm
	17 目から 32 目迄	174.1/16=10.9 〃	175/16=10.93 〃	158/16=9.87〃
	33 目から 44 目迄	110.7/12=9.2 〃	135/12=11.2 〃	98/12=8.2 〃
	45 目から 63 目迄	182.8/19=9.6 〃	235/19=12.3 〃	127/19=6.7 〃



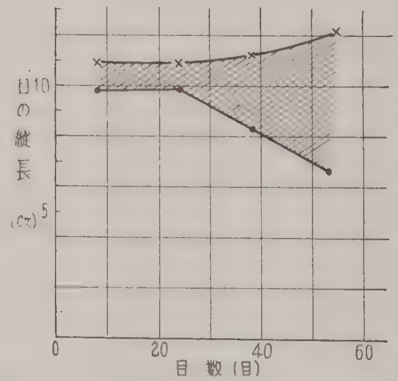
第 31 図 No. 1 計測時の1目の伸縮量



第 32 図 No. 2 計測時の1目の伸縮量

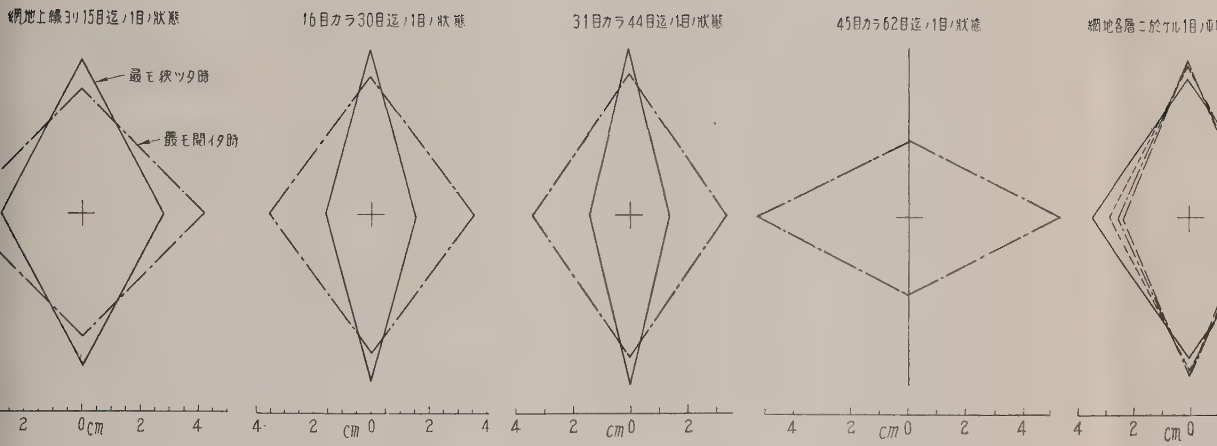


第 33 図 No. 3 計測時の1目の伸縮量

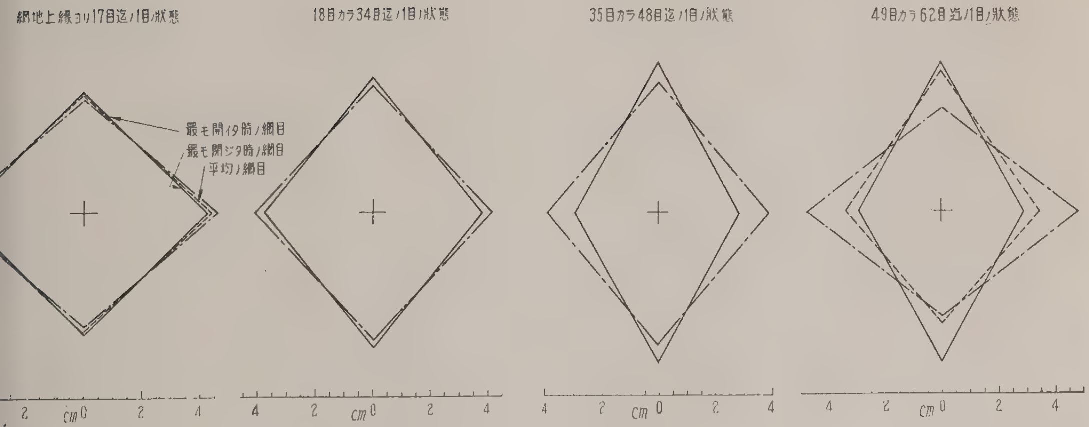


第 34 図 No. 4 計測時の1目の伸縮量

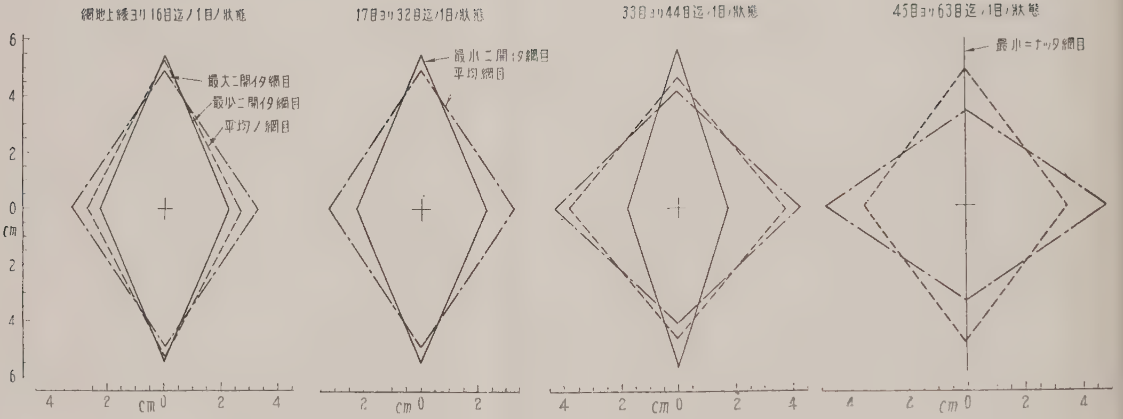
即ち第 15 表が網地各層の1目の動態を示すもので、総べて上層部程網目の開きが大きく又その変化が割合少いが、下層部になる程網目の開きが少く、その変化量（伸縮）が大きくなつている。No. 1, 4 即ち塩化ビニール浮子使用の場合は極端な時は最下層 1/4 部では、網目をなさず、直線状になつているが、No. 2, 3 即ち桐浮子の場合は、その部分も決して網目はつぶれていない。各層網目の開き具合も No. 1, 4 の方が No. 2, 3 の場合より悪い事が良く現はれている。是等をグラフに示すと第 31〜34 図の様になる。第 35〜


網地上縁ヨリ15目迄ノ1目ノ状態
最モ狭ツタ時
最モ開イタ時
16目カラ30目迄ノ1目ノ状態
31目カラ44目迄ノ1目ノ状態
45目カラ62目迄ノ1目ノ状態
網地各層ニ於ケル1目ノ
2 0 cm 2 4
4 2 cm 0 2 4
4 2 cm 0 2
4 2 cm 0 2 4
4 2 cm 0

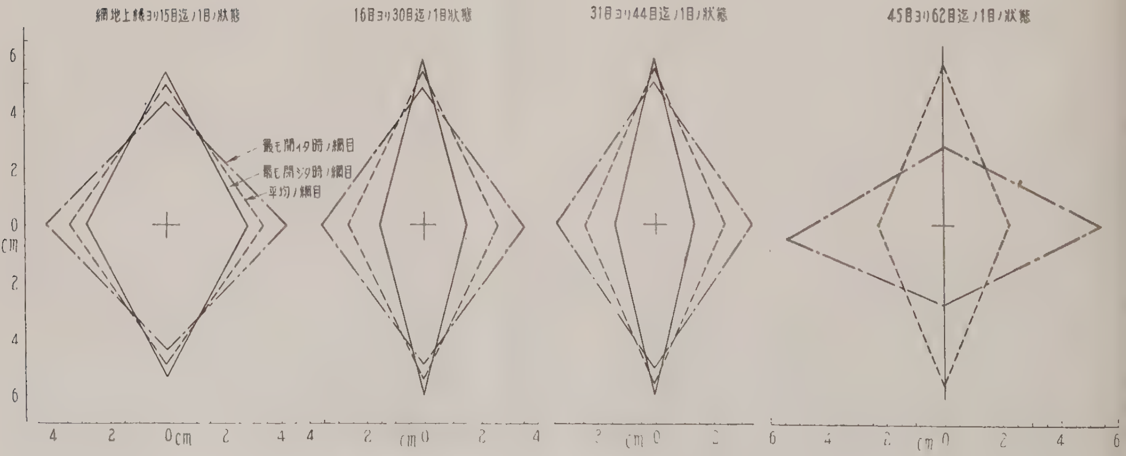
第 35 図　No. 1 計測時の網目


網地上縁ヨリ17目迄ノ1目ノ状態
最モ開イタ時ノ網目
最モ閉ジタ時ノ網目
平均ノ網目
18目カラ34目迄ノ1目ノ状態
35目カラ48目迄ノ1目ノ状態
49目カラ62目迄ノ1目ノ状態
2 cm 0 2 4
4 2 cm 0 2 4
4 2 cm 0 2 4
4 2 cm 0 2 4

第 37 図　No. 3 計測時の網目



第 36 図 No. 2 計測時の網目



第 38 図 No. 4 計測時の網目

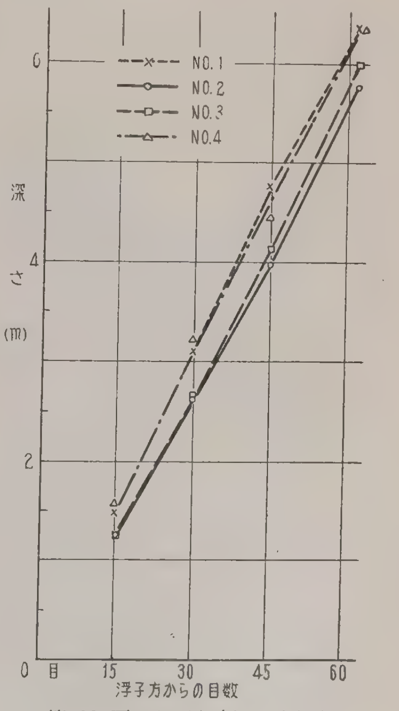
38 図は各計測時の網地各層に於ける網目の開きの最大、最小を図示したものである。但しこの場合各層に於て網地のたるみがないものとして各層の垂直距離を網目数で除して求めた幾何学的な網目形状である。上層部は殆んど幾何学的に考へて誤りはないと考えられるが、下層の場合は網が波頂から波底に落ちる場合は、必ずしも常に網地が垂直状況の儘縮むとは考えられないので、何らかの形状のクルミが生ずるであろう。次に又各計測点間の平均網目を同図に示した。それに依ると平均網目の開きは上、中、下層部とも大した差は見られないが若干宛下層になる程開きが悪くなつている傾向がある。

次に各計測時の計測点が各異つているので、是等を総べて 15，30，45，62 目に修正して比較して見る。その修正法は各計測時の各層に於ける 1 目の平均縦長で過不足分だけ加減した。

第 16 表　15 目毎の平均した深さ

部位 計測番号	網地上縁から15 目迄	網地上縁から30 目迄	網地上縁から45 目迄	網地上縁から網裾迄	備　考
No. 1 計測	164.4－15 ＝149.4cm	326.1－15 ＝311.1cm	480.4－15＋11.02 ＝476.4cm	651.5－15 ＝636.5cm	4.0 寸目 62 目 塩ビ浮子
No. 2 計測	156.3－15－(8.3 ×2)＝124.7 〃	312.3－15－9.1 ×4＝260.9 〃	452.6-15-(10×4) ＝397.6 〃	593－15＝578 〃	4.0 寸目 62 目 桐、ゴム浮子
No. 3 計測	150.8－15 －8.48＝127.3 〃	319.7－15－(9.38 ×4)＝267.2 〃	449.1－15－(9.95 ×2)＝414.2 〃	617.6－15 ＝602.6 〃	〃
No. 4 計測	184.6－15 10.6＝159.0 〃	358.7－15－(10.9 ×2)＝321.9 〃	469.4－15＋9.2 ＝445.2 〃	652.2－15 ＝637.2 〃	3.9 寸目 63 目 塩ビ浮子

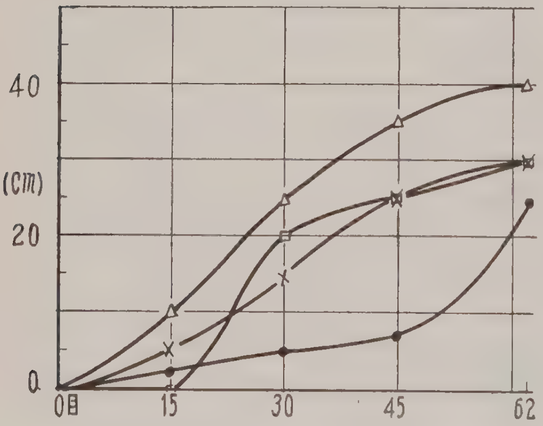
第 16 表、第 39 図で判る様に塩ビ浮子使用の場合は、同数の桐、ゴム浮子使用の場合より網深さは各層共深い事を示している。網裾に於ては、両者の差は 0.4～0.5 m に及んでいる。即ち No. 1, 4 は網裾の平均深さは殆んど近似的であるが No. 2. 3 は前者より相当浅くなつている。此の理由として考えられる事は勿論海況の諸数値を求めなければ論じられないが根本的に云えば、前者は浮力が大である事のため常に浮子綱が波面に追従するが、後者は浮力が小さいため 1 m 程度の波高に於ても波頂では 15 cm 程度潜る。又前者は沈子重量も後者より大であつた事等によると思われる。以上に依り前者は網地が上、下方向から引張られる率が後者より大である。従つて此の様な傾向が生ずるのであろう。次に No. 1～4 の各計測測の中で同時に各計測点の深さが深くなつた場合と、浅くなつた場合とを記録中より拾つて見ると、第 17 表に示す通りである。グラフに現はしたのが第 40～ 43 図である。 No. 1 と No. 4 とは上層部より下層部程その変化量が大であり、 No. 2 と No. 3 に比べてその数量も前者に比べて大きい事が判る。前者は後者より浮力、沈子重量共に大である事が主とした原因であろうと考えられる。即ち前者の方が後者より網丈の振幅量が大きい。是は棒巻きも発生しやすく、又上層下層の罹網率の差が甚しくなる事になると思われる。



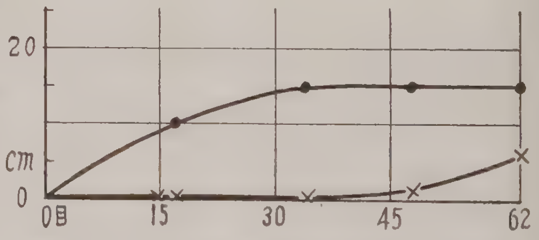
第 39 図　15 目毎の深さ

第 17 表

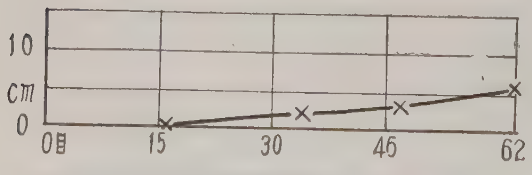
項目 計測点	計測点	1 例	2 例	3 例	4 例
No. 1 計測	15 目ノ点	5 cm	2 cm	10 cm	0 cm
	30 目ノ点	15 〃	5 〃	25 〃	20 〃
	44 目ノ点	25 〃	7 〃	35 〃	25 〃
	62 目ノ点	30 〃	25 〃	40 〃	30 〃
	合計	75 〃	39 〃	90 〃	95 〃
No. 2 計測	17 目ノ点	0 cm	(上つた場合) 10 cm	—	—
	34 目ノ点	0 〃	15 〃	—	—
	48 目ノ点	1 〃	15 〃	—	—
	62 目ノ点	6 〃	15 〃	—	—
	合計	7 〃	45 〃	—	—
No. 3 計測	16 目ノ点	0 cm	—	—	—
	34 目ノ点	2 〃	—	—	—
	47 目ノ点	3 〃	—	—	—
	62 目ノ点	6 〃	—	—	—
	合計	11 〃	—	—	—
No. 4 計測	16 目ノ点	10 cm	6 cm	3 cm	—
	32 目ノ点	15 〃	7 〃	6 〃	—
	44 目ノ点	20 〃	8 〃	6 〃	—
	63 目ノ点	20 〃	20 〃	25 〃	—
	合計	65 〃	41 〃	40 〃	—



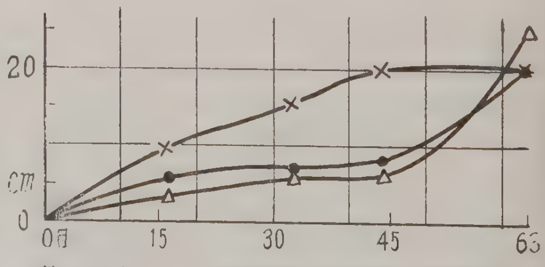
第 40 図 No. 1 計測時の各点の深さの変化例



第 41 図 No. 2 計測時の各点の深さの変化例



第 42 図 No. 3 計測時の各点の深さの変化例



第 43 図 No. 4 計測時の各点の深さの変化例

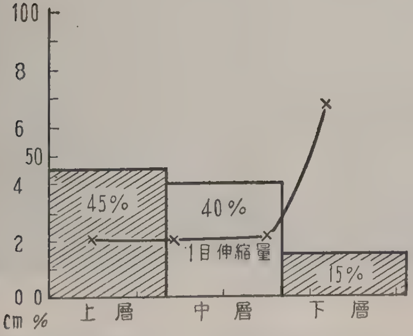
（c） 網地各層の罹網率

第 18 表

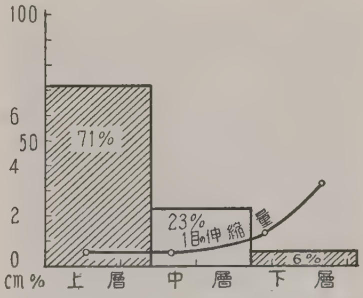
魚種＼実験番号	No. 1 計測時	No. 2 計測時	No. 3 計測時	No. 4 計測時
ス ケ	0尾（0%）	1尾	2尾	7尾
銀 鮭	4〃（0.4%）	15〃	184〃	113〃
紅 鮭	205〃（11%）	241〃	28〃	17〃
白 鮭	543〃（29.4%）	156〃	735〃	425〃
マ ス	1094〃（59.2%）	1845〃	4425〃	3410〃
計	1846〃（100%）	2258〃	5374〃	3972〃

第 19 表

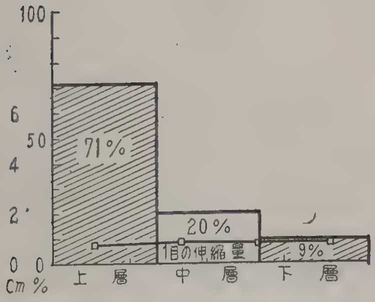
部位＼実験番号	No. 1 計測時	No. 2 計測時	No. 3 計測時	No. 4 計測時	
上 層 1/3	45 %	71 %	71 %	上層 1/4	74 %
中 層 1/3	40 %	23 %	20 %	2/4	16 %
下 層 1/3	15 %	6 %	9 %	3/4	10 %
				下層 1/4	0 %



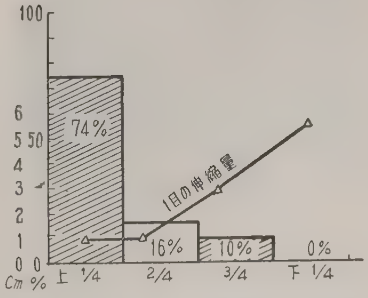
第 44 図 No. 1 計測時の罹網率



第 45 図 No. 2 計測時の罹網率



第 46 図 No. 3 計測時の罹網率



第 47 図 No. 4 計測時の罹網率

前項で述べて来た様に波浪により浮子綱が上下運動をするにつれて、網地は必ずしもこの運動に同調しないで、下層程網目の伸縮運動を行つている事が判明した。即ち上層網地は大体その儘の目の開きで上下しているが、下層は網目の伸縮を行つて、その伸縮量だけは上下しているが、全体が上下している訳ではない。刺網である以上、網目の開き状態は漁獲に重大なる影響を及ぼす筈である。今次実験時の計測網の上、中、下層の罹網率を示したのが第 19 表である。第 18 表はその時の網全体の漁獲内容である。勿論この罹網状況は魚族の密度の多少その他の要素が入るので一回や二回の数値で全体を論ずる事は出来ないが網の運動と関連して一種の資料となると思われる。これら実験時に同時に行つた魚群探知機に依る記録（本報告　　頁参照）でも明らかであるが 僅か 6.5 m 程度の網丈以内で魚量密度の分布の差は認められない。是等の事より推察して現在迄云われていた上層（海面より僅か 2～3 m 程度）に多く魚が游泳しているため、上層の罹網が下層より多いと云う生態的論法のみで片づける事は甚だ危険の様に思われる。第 44～47 図に示したのは上、中、下層の罹網率と、その時の各層の網目の伸縮量との関係を示したものである。網目の伸縮量の大なる程罹網率が減少している事が判る。然し、4 回の実験例中、割合伸縮量の少い No. 2, 3 計測時の比率と、割合伸縮量の多い No. 1, 4 計測時の比率とに大差が出ていないのは実験日時及び海面が各々異るため等の特殊な他の条件も加わつているので、今後多くの実験を行つて両者の比率の比較を出すべきである。今回はその傾向を示すに止めた。

又上、中、下層の罹網状況を観察すると上層に罹網した魚は大部分第 48 図に示した様な「刺り」であり、中層部のものは第 49 図の様に「刺り」と「纒絡」の中間的なものが多く、下層部のものは殆んど第 50 図に示す様に「纒絡」であつた。

第 48 図　網地上層部の「刺り」状況

第 49 図　網地中層部の「刺り纒絡」状況

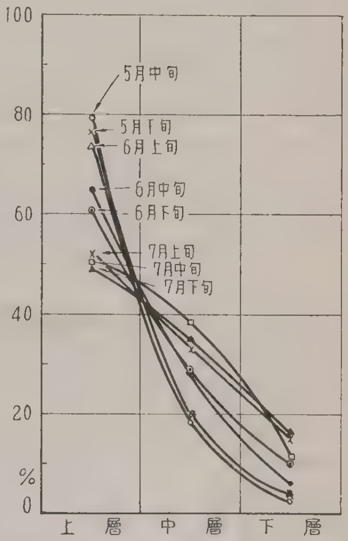
第 50 図　網地下層部の「纒絡」状況

次表第 20 表は昭和 28 年度に於ける水産庁研究部発刊の「鮭鱒調査報告」に記載されてある網の上、中、下層部の罹網率の統計であり、第 51 図がその図表である。

第 20 表　時期別の上、中、下層部網地の罹網率

時期 位部	5 月中旬	5 月下旬	6 月上旬	5 月中旬	6 月下旬	7 月上旬	7 月中旬	7 月下旬
上　層	79 %	76.5 〃	74 〃	65.5 〃	61 〃	50.5 〃	52 〃	49 〃
中　層	18.5 〃	20 〃	20 〃	28.5 〃	29 〃	38.5 〃	33 〃	35 〃
下　層	2.5 〃	4 〃	4 〃	6 〃	10 〃	11 〃	15 〃	16 〃

是れによると、やはり上層部が最大で、中層部で約その ½ となり下属部ではぐつと低下している事が明瞭に出ている。処が 6 月下旬に下層及び中層部の罹網率が増加の傾向を示し、7 月には最初の 4 倍の 16% 程度になつている。勿論生態的なもの即ち漁期の終りに近づくため割合魚群が集約されると云う様な事も考えられるが、通例 7 月頃になると海況が平穏になつて来るから、網の運動量が少くなり下層部の網目の伸縮も減少するので、罹網率も漸増するのではないかと推察される。今年度（30 年度）は北洋の天候異変と云われた程 7 月に時化が多かつたので、前記の様にやはり下層部の罹網率は依然低位であつた。一応過去の生態的な見方のみに依在せず漁具そのものに就て此の点を再検討してゆく必要があると思われる。又後述するが、今年は又甚しく棒巻き発生が多かつた点とも併せて共通点が見出せる様である。

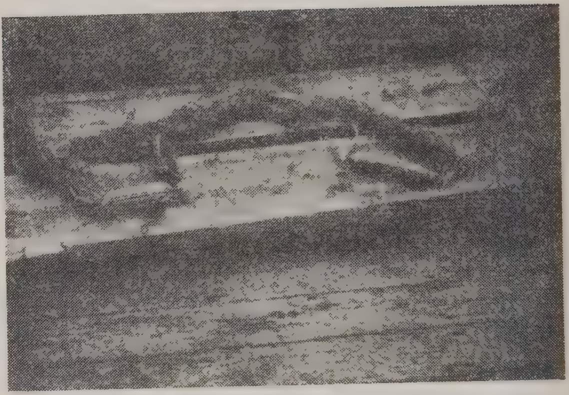


第 51 図　時期毎の網地上、中、下層部の罹網率

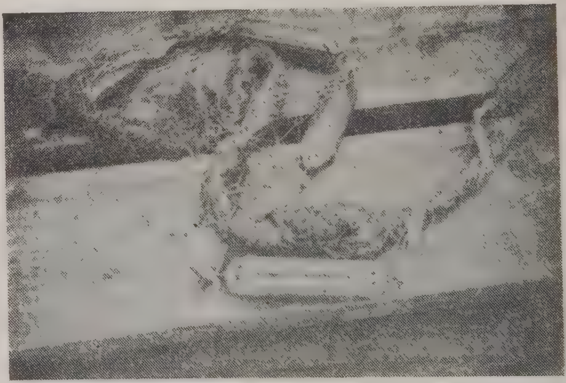
(d)　棒巻の原因

先に述べた通り網は複雑な波によつて浮子綱が波面に完全に又は不完全に追従する。その上昇及び下降の運動が網地の運動を起す訳である。仮りに適当な柔軟性を持つた沈子綱であり、然もその沈降力（水中重量）が適当であれば、沈子綱も浮子綱の上下運動に略々近い追従運動をするであろうが、それ等の条件が満足されない場合は、沈子綱が取り残された恰好となり、余り浮子綱の上下運動に追従せず浮子綱の上昇量の大部分は網地下層部の伸長即ち大部分下層部の網目の細まりによる伸びで又は浮子綱の水没により賄われる。又浮子綱の下降量は同じ下層部の網地のたるみ又は網目の開きによつて賄われている。記録その他で明らかな様に、先ず下層の網地の伸縮から始まりその限度近く又は限度で次第に中層及び上層部の網地に及んでゆく。或る限界になると非常な緊張を網地が持つことになり又急にそれが解放される。前者と後者の反復により、丁度玩具の「ヨーヨー」と同様の現象になる。是等の現象は単に一点のみで起つた場合はその左右の干渉により捲き込む事が防げられるが、この相殺現変が少くなり又相互にこの現象を助長する様な配置で数点又は数拾点と云う様に数多く配つた場合には棒巻きを発生しやすいと思われる。但し恐らく沈子綱が捲き上がると云うのではなく、沈子綱に吊糸が捲いてゆく即ち略々同位置にある沈子綱が回転してそれに吊糸の方が捲かれてゆき、次に網地に及んでゆき結局浮子綱迄捲かれるものと思はれる。一回目の浮子綱の上昇から下降する時に全部捲かれず、数回で全部か捲くのではないかと考えられる。第 52 図が棒巻きの発生状況を示したものである。②～⑤ 程度では網地の伸縮も左程でなくその緊張も大したものでないので棒巻きは起さない。波高が大になり前記の悪条件が重なつた様な場合であると ⑤～⑧ で次第に網地の伸長が限度を越え若し沈子網も上方へ引張られた恰好となり⑧

で網地の緊張が相当大となる。それが⑨より緊張が急減するため沈子綱に吊糸が捲き込まれ、⑫迄の間に網地も捲かれる。次に⑫〜⑮の間は捲く事は止み、再び網地の緊張を増す。この時は沈子綱（網地を捲いたもの）は左右の影響により余り上方へ引張り上げられる事を拒むであろうから緊張はなお増大するであろう。その不足分は浮子綱の水没となつて加減されるであろう。再び⑯〜⑲迄の間で網地が捲かれる。この様な手続きを繰り返して遂に全部捲き終る。その左右はこの点より若干遅れた状況で棒巻きが波及してゆくであろう。従つて棒巻発生点の捲き方は非常に固く、それから波及した部分の捲き方はそれより柔かである。此れを実物で示したのが第 53, 54 図であり、前者はその発生点を後者は波及部分と思われるものを示す。注意して見ると判るが発生点の浮子綱はその点を中心として左右に反方向に撚れているが、波及部分は一方向である。



第 53 図　棒巻発生点と思はれる点



第 54 図　棒巻波及部分と思はれる部分

次に棒巻きは何回で完了するものか概略見当をつけて見ると、次の様になるのではないかと考えられる。

波　　高	h m
網 深 さ	6.4 m（平均）最大 7.0 m
吊糸の長さ	1.1 m

とすれば

計　　7.5〜8.1 m（浮子綱より沈子綱迄）

第1回目には網丈（浮子綱より沈子綱迄）8.1 m から h m 減る事になるので但し網目が伸びた儘の形で吊糸から沈子綱に捲くと仮定する h m が沈子綱に捲く。従つて網地の残りは $(8.1-h)$ m 第2回目は第1回目の残り $(8.1-h)$ m の h m 分丈捲く。今 x 回で全部棒巻きが完了するとすれば次式が成り立つ。

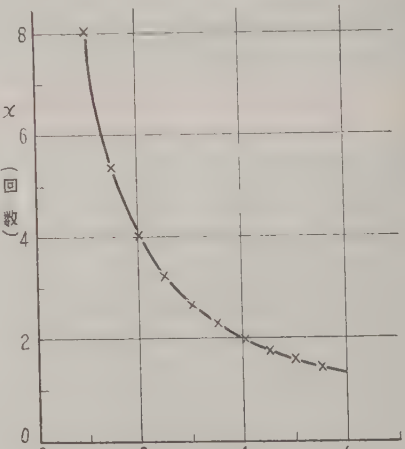
$$8.1\,\mathrm{m}-xh=0$$

$$x=\frac{8.1}{h}$$

即ち波高に依り決定される。

第　21　表

波高 h ／ 回数	2.0 m	2.5 m	3.0 m	3.5 m
x	4.05 回	3.24 回	2.7 回	2.34 回



第 55 図　棒巻の発生点に於ける棒巻きの始めより完了迄の波の回数

第 21 表、第 55 図に示す様に波高が高くなる程波の回数が少くて棒巻きが完了する。回数が少い事はその間に波浪の変化により吊糸が捲いた後再び解けると云う様な機会が少く、1 回の波の上下で吊糸と網地の大半を捲くと云う事になり、解ける機会は殆んど望めなくなるであろう。この辺りに吊糸の長さの決定法も隠されている様に思われる。

棒巻発生点は数点若しくは数拾点以上と考えられる。この発生点の多い程棒巻き反数が拡大する。

棒巻の発生しやすい条件を検討して見る。

① 浮力強く浮子綱が完全に波面に追従する場合

浮子綱の上昇量が、網地の伸長量の許容量を上廻り、然も沈子綱の緊張によりその彎曲を拒む範囲内での上昇分とを加えたものが極限附近に来る様な波高があり又その波長が短い場合

h/λ が小さく然も h が或る限度以上の場合

② 浮子の浮力が大きく然も沈子綱の沈降力が大で、網地の緊張が平水時に於ても大きくなる様な網の場合

③ 浮子の空中露出面積大（即ち予備浮力大なるもの）で空気抵抗大なる形状のものを装着した場合

④ 沈子綱の水中での柔軟性を欠く材料を用いた場合

⑤ 沈子綱に撚りがある場合

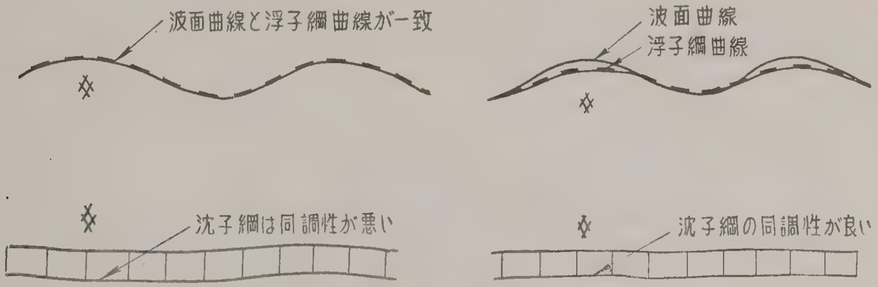
⑥ 投網時及びその他による沈子懸りも網地の緊張を増す点で棒巻きを起しやすくなる

⑦ 投網時の浮子綱及び沈子綱の緊張を増す様な投網を行つた場合

⑧ 投網後揚網迄に風向が変化する場合

⑨ 投網線に対し正横附近から波浪が来る場合

①② 浮子の浮力は網地及び沈子綱（沈子を含めた）の水中重量と魚が罹つた時のその重量の総べてに打ち勝つ丈のものを必要最少限度とする。その適量浮力の決定には、他の関連条項より決定するべきであろう。一方沈子の重さは網地及び沈子綱の水中重量の他に加うべきもので、最少限度は充分網地を垂直に展開させるに足るものである事が必要であるし又浮子の浮力に決して優つてはならない。然らばその適量はと云えば、全くの平水時に於ては浮子綱の上下動もないので沈子綱も自ら平静であろうが、然し殆んどの場合波浪があるため、先に述べて来た様な運動を行う事になる。東京水産大学教授田内博士は波により網が持ち揚げられ、次に波底に落ちる場合網地がたるまないだけの沈降力を有する沈子重量が必要であると述べられている。その適量を求めるためには今後実験を重ねて決定すべきであろう。然し波浪に正確に浮子綱を追従させる様な大きな浮力を持つと、網全体の上下運動はそれにつれ大きくなる。最も良いと思われるものは、浮子綱と沈子綱とを常に同調した運動をさせる事が出来たら（常に網の垂直距離が一定不変である）前に述べた様な「ヨーヨー」現象が起らずに済むと考えられる。そのためには出来る丈波の曲線に不忠実に（即ち波頂では若干浮子綱が潜る）浮子綱が動く様な適当な浮力の決定が望ましい。即ち波の曲線より若干でも緩やかな曲線を浮子綱にとらせる。すると沈子綱も割合浮子綱に同調しやすくなるであろう。



第 56 図

第 56 図の左図に示すのは浮子綱が完全に波面に同調した場合を示すもので、その時は波頂での網丈と波底での網丈では差が生ずるが、右図では波頂で浮子綱が水没するので浮子曲線が波面曲線より緩やかになり、波頂での網丈も波底での網丈も一定にする事が出来る。

以上の様なものを現出させるためには、種々の方法があると考えられる。例えば適当な浮力とし適当な沈子重量とする。浮子の形状及びその装着法に依つても異つて来る。昔の梯子浮子等はその目的のためには良い装着法と考えられる。沈子綱に柔軟性のあるものを使用する。等々研究の余地が残つている様に考えられる。

(e)　網の上、中、下層の罹網率が平均化された網は棒巻きの発生も少いであろう。

現在の網は波浪による上下運動により網地下層部の網目の伸縮が甚しくなつている。このために下層部程罹網率が低下するのであれば、上層部と同様下層部も網目の伸縮が少い様なものとすれば良い事になる。その事は結局浮子綱と沈子綱との運動を同調させる事である。然もその運動量が少ければ少い程良い事は当然であろう。若しその様な網漁具が出来たら当然棒巻きを発生する様な「ヨーヨー」現象もなくなり棒巻きも少くなるであろう。

(f)　棒巻きと海況との関係

棒巻き発生の海況は大体風力 5 以上の場合が多い様であるが、同じ風力の場合でも棒巻きが多発する時と案外少い場合とがある。目に見えない潮等の関係もあるかも知れぬが、未だその実態が明らかでない様である。今 2 例を挙げてその差を求めて見る。

(i)　棒巻きの多発した場合

第 22 表　(日時　7 月 26 日 ～27 日　27 隻中の棒差船)

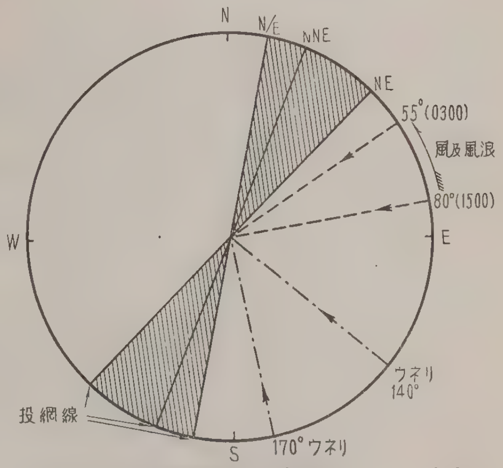
項目 船名	投網方向	投網反数	備考
A	S/W	250 反	70 反棒巻
B	SSW	180 反	(棒巻反数不明)
C	NNE	320 反	〃　〃
D	N/E	350 反	〃　〃
E	NNE	300 反	全反棒巻

第 23 表　7 月 26 日 ～ 27 日 の 海 況

日時	風		気圧	風浪		ウネリ		周期	波高
	方向	風速		方向	階級	方向	階級		
7月26日 03^{00}	120	13 m/sec	1003.6 mb	120	5	170	4	8 sec	$2^{3}/_{4}$ m
06^{00}	〃	12 〃	〃　〃	〃	5	120	5	〃	2.5 〃
09^{00}	90	13 〃	1002.9 〃	90	5	180 140	4 4	8 〃 8 〃	2.5 〃 $2^{3}/_{4}$ 〃
12^{00}	〃	16 〃	1002.6 〃	〃	6	140 170	4 4	8 〃 8 〃	3.0 〃 2.5 〃
15^{00}	80	13 〃	1001.7 〃	80	6	140 170	4	8 〃	3.0 〃 2.5 〃
18^{00}	90	14 〃	1002.3 〃	90	6	140	4	8 〃 8 〃	3.5 〃
21^{00}	80	14 〃	1002.0 〃	80	6	140 80	4	8 〃 6 〃	4.0 〃 4.0 〃
7月27日 00^{00}	70	11 〃	1001.5 〃	70	5	140 80	4	8 〃	3.5 〃
03^{00}	60	14 〃	1001.9 〃	60	6	140 80	4 4	8 〃 6 〃	3.5 〃 4.0 〃
06^{00}	60	18 〃	1003.6 〃	60	6	60	6	7 〃	4.5 〃
09^{00}	60	18 〃	1005.6 〃	60	6	60	6	7 〃	4.5 〃

この場合第 57 図に示す様に投網時から揚網時迄風力 6〜7 で風向及び風浪の来襲方向が約 35 度変化している。先ず投網線に対して 35°〜68.5° の交角を持つていたのに対して後には 10°〜43.5° に減少している。又ウネリはその方向が変化していないが投網線に対して 95°〜128°, 22°〜55° の二種類がある。是より見ると風浪方向が変化している事とウネリが投網線の正横附近から来ている事が特徴である。この時の位置は 52°18′. 160°57′ ウネリの高さ 1.5〜2.0 m 風速 10 m/sec 前後であつた。

即ち投網線に対して横から波浪が来る事は、棒巻きを発生しやすい条件であろう。又操業中に風向を変へる様な気圧配置の場合は、例え風力が少々少くとも警戒を要するのではないかと推察される。参考迄にその時の天気図を第 58, 59 図に示す。

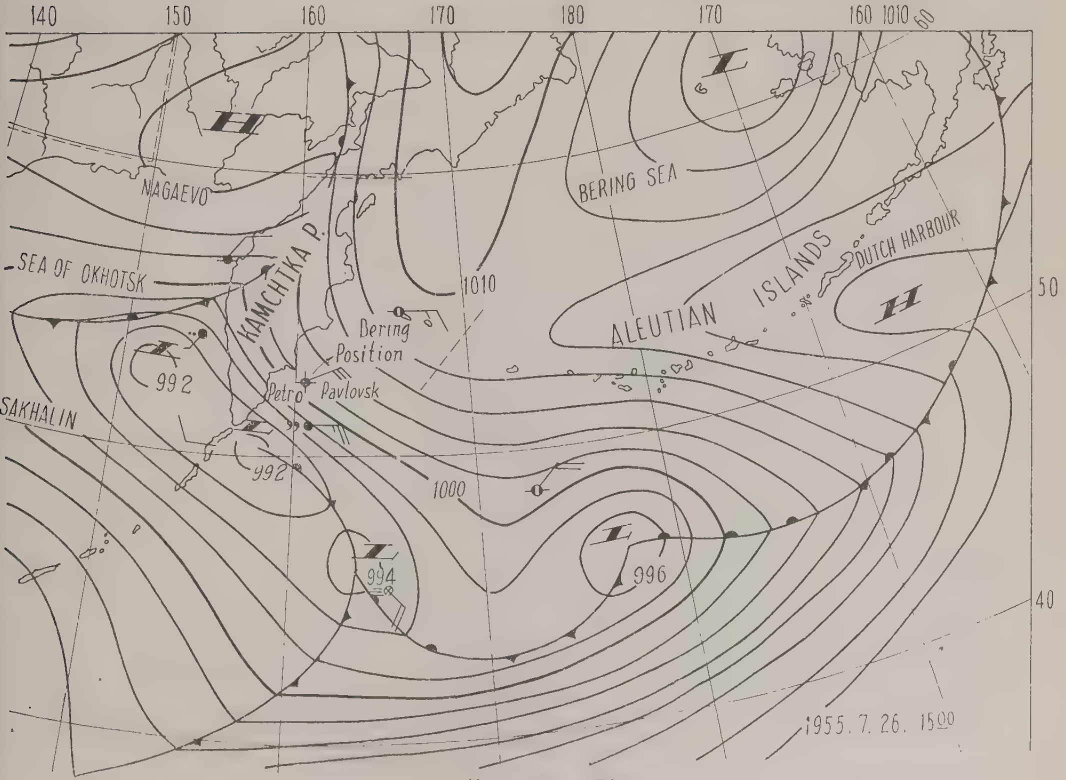

N
N/E
NNE
NE
55°(0300)
風及風浪
80°(1500)
E
W
ウネリ
140°
投網線
S
170°ウネリ

第 57 図　投線網線と風向風浪ウネリの方向

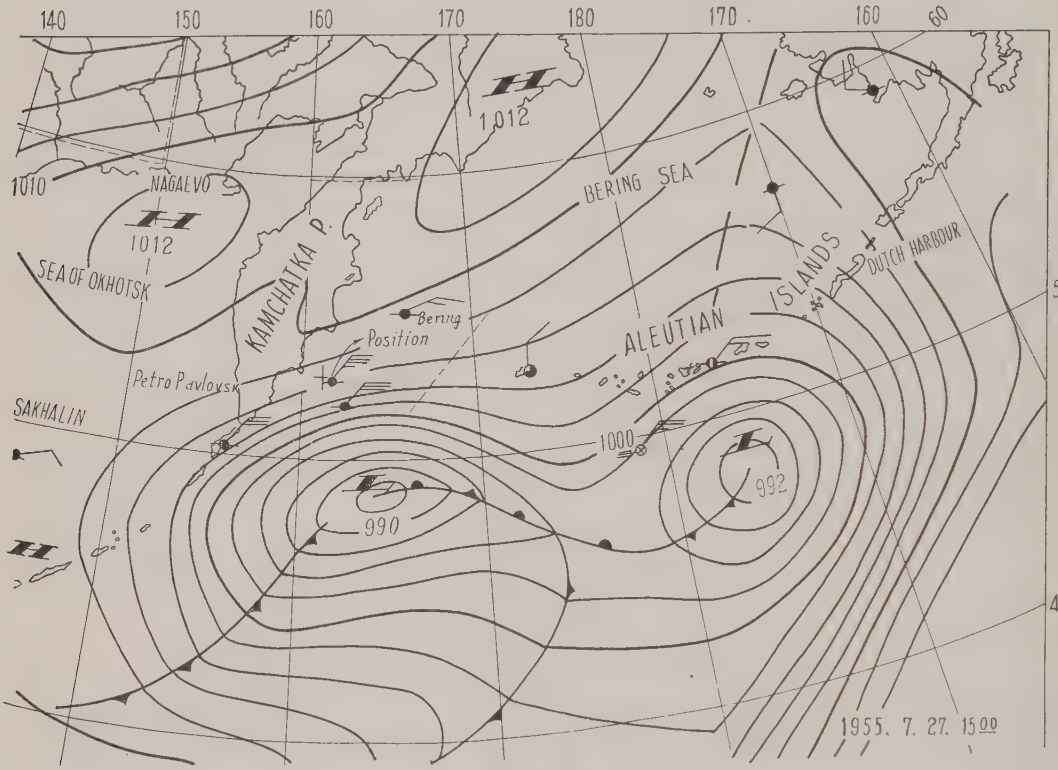
(ii)　棒巻きの少かつた場合

第 24 表　日時　6 月 18 日 〜19日　23 隻中の棒巻船

船名	投網方向	投網反数	備考
A	S/E	200 反	全反棒巻


140
150
160
170
180
170
160
1010
60
50
40
H
L
NAGAEVO
SEA OF OKHOTSK
KAMCHTKA P.
SAKHALIN
992
992
Bering Position
Petro Pavlovsk
1010
1000
994
996
BERING SEA
ALEUTIAN ISLANDS
DUTCH HARBOUR
H
L
L
L
1955. 7. 26. 1500

第　58　図

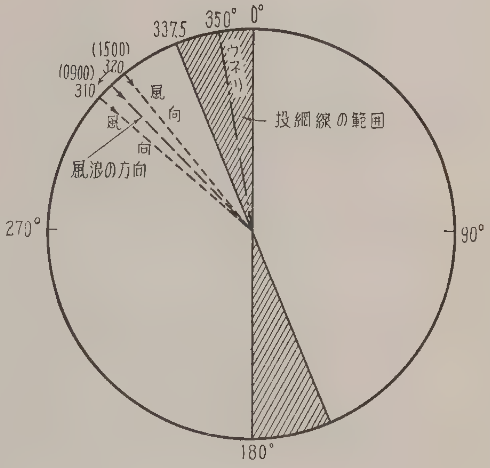

140
150
160
170
180
170
160
60
50
40
1010
NAGAEVO
H
1012
SEA OF OKHOTSK
KAMCHATKA P.
H
1012
BERING SEA
Bering
Position
Petro Pavlovsk
SAKHALIN
ALEUTIAN
ISLANDS
DUTCH HARBOUR
1000
L
990
L
992
H
1955. 7. 27. 15^{00}

第 59 図

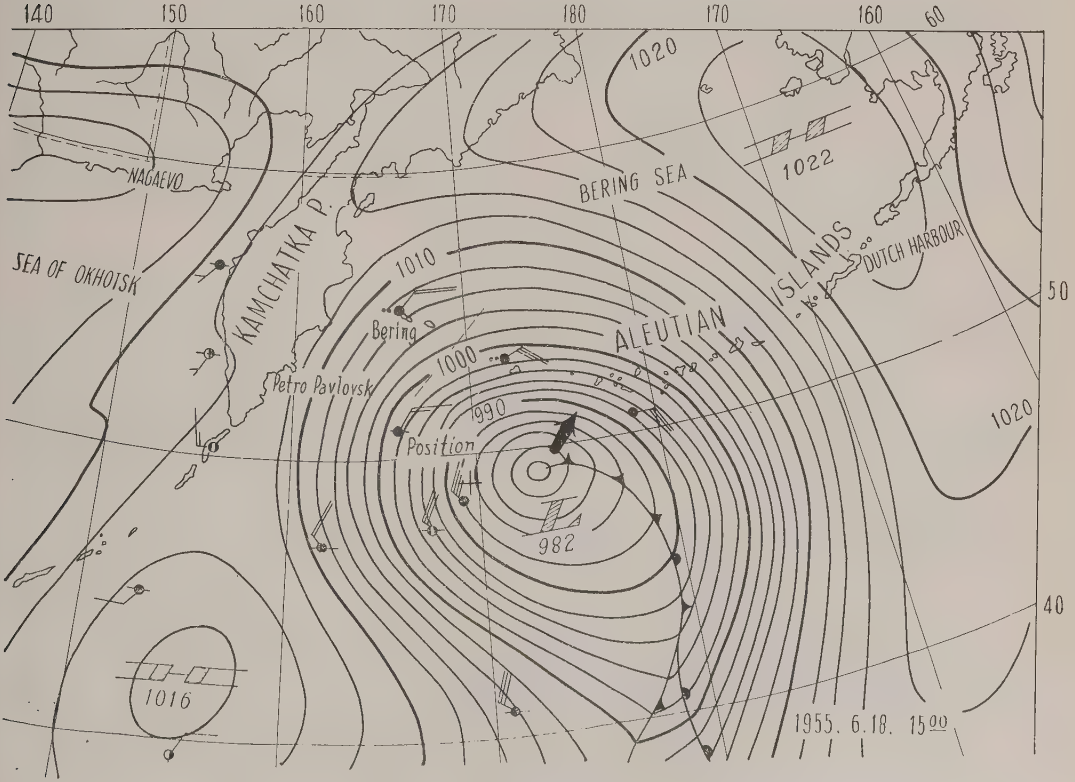
第 25 表 日時 6 月 18 日 ～ 19 日 の 海 況

日時	風		気圧	風浪		ウネリ		周期	波高
	方向	風速		方向	階級	方向	階級		
6月18日 00^{00}	45	5 m/s	976 mb	45	1	250	2	8 sec	1.5 m
03^{00}	40	7 〃	957 〃	45	2	250 0	2 2	8 6	1.5 〃 1 3/4 〃
06^{00}	360	12.6 〃	940 〃	0	4	250	2	8	1 2/4 〃
09^{00}	360	15.2 〃	912 〃	0	4	40	3	5	2 〃
12^{00}	340	16.1 〃	890 〃	337	5	20	3	5	2 1/4 〃
15^{00}	320	16.8 〃	877 〃	315	6	350 20	5 3	8 5	3 〃 2.5 〃
18^{00}	310	18.0 〃	869 〃	315	7	350 20	5 3	8 5	2.5 〃 3 〃
21^{00}	300	20.2 〃	855 〃	315	7		6	5	4 〃
6月19日 00^{00}	310	22.3 〃	843 〃	290	7	290 350	6	5	4 〃
03^{00}	300	22 〃	885 〃	280	8	290 350	7 7	7	6 〃 5 〃
06^{00}	290	22.8 〃	865 〃	280	7	290 350	7 7	7	6 〃 5 〃
09^{00}	300	21.0 〃	912 〃	290	7	300	7	7	6.5 〃
12^{00}	300	18.8 〃	956 〃	305	7	300 340	7 7	7 7	6.5 〃 6.5 〃

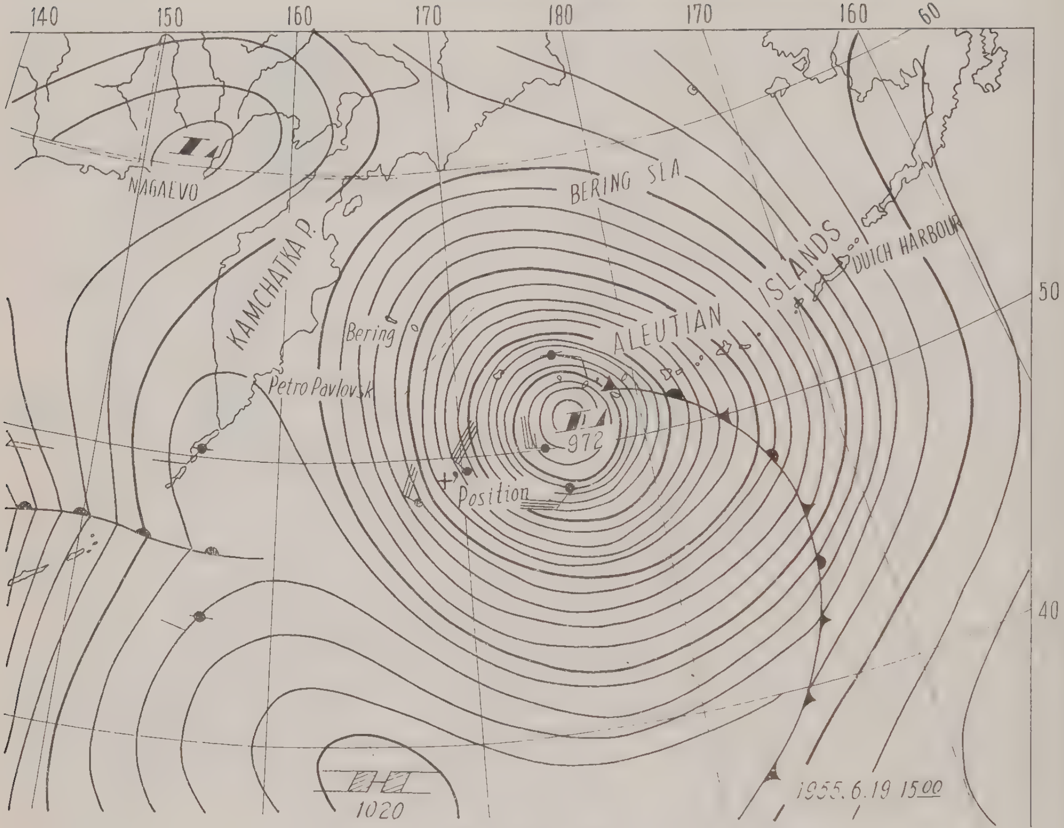
この場合第 60 図に示す様に投網時から揚網時迄の風力は前者より大きくビ階級 8～9 であり揚網甚だ困難の打電がしきりであつた様であるが 23 隻中棒巻きを起した船は只の 1 隻に過ぎない。この原因として考えられる事は風向が殆んど変化していない事とウネリが殆んど投網線と同じ方向から終始来ていた事が大きな原因と考えられる。即ち波向が初期と末期で変化していない事と投網線と同一方向から大なる方の波が来ていた事であろう。棒巻きを起した 1 隻の投網線も他船と同じ様な範囲内のものであつたに不拘棒巻きを起したのは他の原因により棒巻きを容易に起す条件があつたと考えられる。例えば投網時に浮子綱を緊張させていた等もこの際大きな原因の一つではないだろうか。この時の位置は 48° 35′, 169°3′ 風速 17 m/sec 風向 NW ウネリ 350° から来た。この時の天気図は第 61, 62 図に示す。


337.5
350°
0°
(1500)
320
(0900)
310
風向
風向
風浪の方向
ウネリ
投網線の範囲
270°
90°
180°

第 60 図


140
150
160
170
180
170
160
60
1020
1022
NAGAEVO
BERING SEA
SEA OF OKHOTSK
KAMCHATKA P.
1010
Bering
ISLANDS
DUTCH HARBOUR
50
ALEUTIAN
1000
Petro Pavlovsk
990
1020
Position
982
40
1016
1955. 6. 18. 15 00

第 61 図


140
150
160
170
180
170
160
60
50
40
NAGAEVO
KAMCHATKA P.
BERING SEA
ALEUTIAN ISLANDS
DUTCH HARBOUR
Bering
Petro Pavlovsk
972
Position
1020
1955.6.19 15.00

第　62　図

（g）　風力と漁獲との関係

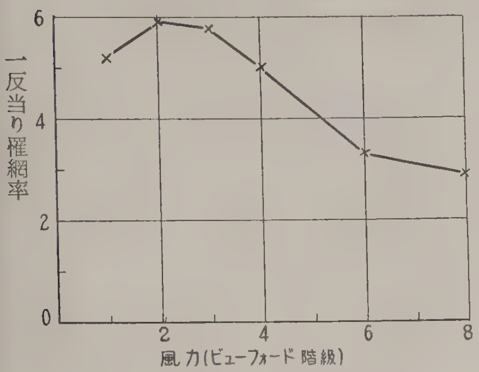
以上述べて来た様に生態的なものはこの際除外して論じて見ると。

先ず風速が大きくなればなる程波高が大きくなる事は一応考えて良い事であろう。波高が大きくなれば浮子綱の上下運動量も大きくなる。現在の網では浮子綱の上下運動により網目の伸縮も大きくなる。この事は刺網としての目的に反する事になる。又その間棒巻きも発生するであろう。是等の純漁具学上の点から見ても罹網率は風力と反比例する事が伺へる。参考迄に今次実験時に集め得た僅少の資料によりその傾向を見てみると第 26 表、第 63 図の様になる。

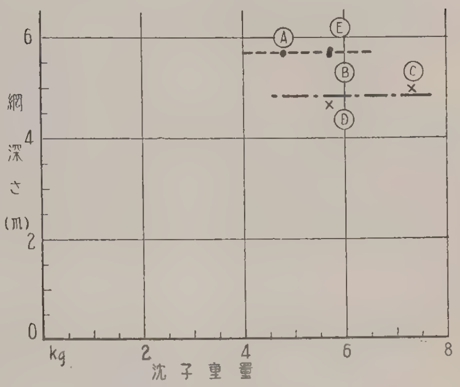
勿論これ等の結論を出すには多くの資料と生態的なもの漁場的な点を考慮に入れこその差を出すべきであろうが、是等は今後の研究に俟つ事としてその参考に止めた訳である。

第　26　表

風力(ビ)	投網反数	総漁獲尾数	反当罹網率	隻　数
1	6782 反	35541 尾	5.24 尾	26 隻
2	16356 反	97062 〃	5.9 〃	60 〃
3	11747 反	68382 〃	5.8 〃	49 〃
4	4157 反	20984 〃	5.0 〃	16 〃
6	181 反	630 〃	3.3 〃	2 〃
8	2730 反	7898 〃	2.9 〃	19 〃



第　63　図



第 64 図　沈子重量と網深さの関係

（2）　補足実験

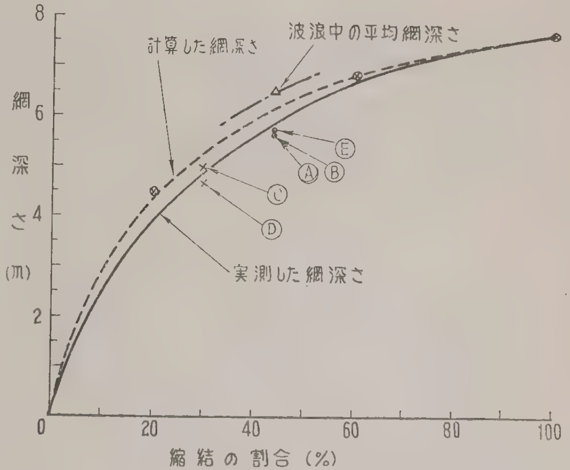
（a）　沈子重量が網成りに及ぼす影響

沈子重量は第 10 表に示した様に網1反に対して大は Ⓒ 25 匁 78 個（7.23 kg）小は Ⓐ 25 匁 51 個（4.8 kg）他は 25 匁 61 個（5.7 kg）と変えてある。網深さを比較して見ると、第 11 表、第 64 図に示す様に沈子重量の多いⒸが少いⒶより網深さは少い事が判つた。又最少のⒶと中位のⒷⒺとは殆んど同じである。即ち網深さは沈子重量に依つて大した変化はしない。従つて平水時に於て網深さに大きな影響を与えるものは大部分沈子重量より他の要素によるものである。

（b）　縮結による網成りの変化

第 65 図に示したのが縮結と網深さとの関係を示したもので沈子重量が異つた場合でも網深さは縮結が等しければ大略等しい事を示している。

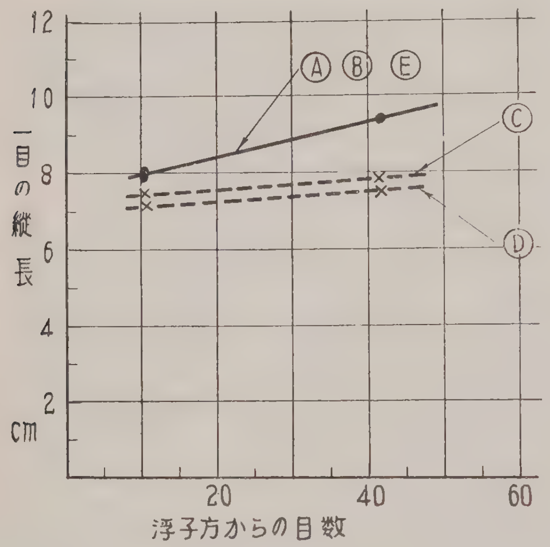
即ち ⒶⒷⒺ は沈降力は異るが縮結は浮子方 4.34 割、沈子方 4.5 割で相等しい。従つて網深さは殆んど一致している。次に前項（a）で述べた様に沈子重量の最も多いⒸと中位のⒹとも大体網深さが近似である。又縮結の割合が大きい程網深さは大である事が判る。計算から求めた各縮結の割合の場合の網深さとを点線で示した。計算上の深さと実際とでは約 0.5 m 程度の差が出ているが、此の原因として考えられる事は編網上の誤差等も入つている事が想像される。又若し編網上の誤差が完全にない様なものが出来れば、この差も少く大体平水時の網深さは縮結の割合によつて決り又それに比適した深さとなるであろう事が考えられる。波浪中の平均網深さが深くなるのは網の運動から考えて当然である。



第 65 図　縮結と網深さとの関係

（c）　網地各層の網目の開き具合

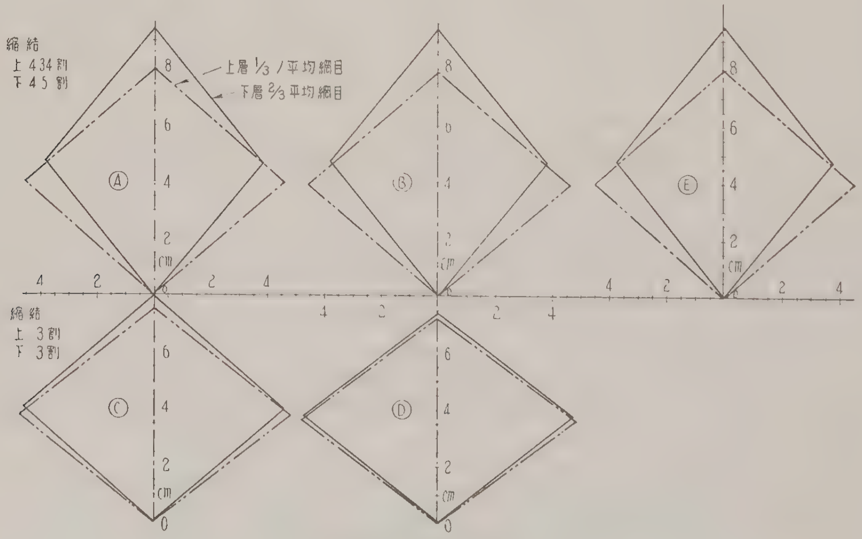
（b）で述べた通り平水時の網深さは縮結の割合によつて略々決り殆んど沈子重量には大した関係がない（或る範囲内では）事が推察された訳である。各層の縮結の割合時の1目の開き（縦長）は第 11 表、第 65 図に示す様な状態となつている。又第 65 図に示した今一つは波浪中に於けるその変化状況であるが両者を



第 66 図

比較するとその運動状態が判る。

第 11 表、第 66 図に示す通り ⒶⒷⒺ は上、下の縮結の割合が、それぞれ 4.34 割、4.5 割の場合でⒸⒹは上、下共 3 割の縮結の割合の場合である。縮結の割合が少い方が網目の開きは良好である。ⒶⒷⒺの場合でも上層が良く開いて下層程開きが悪くなつている。この場合下層部の計測点は吊糸の付根部であつたから吊糸と吊糸の中間の上方は若干網目の開きは良いかも知れぬ。次に縮結が前よ者り少く又上下の割合が同一であるⒸⒹは上、中、下層の網目の開きは略々同様である事が判る。以上から考えて縮結の程度はどの位が良いか又上、下の差があるが良いか、無いが良いか若しあるが良いとすれば幾らあれば良いかと云う問題が提起される。一応現在の網は上に少く下に多いので、沈子綱からの棒巻き又は下層部の罹網率の低下等の現象が現われる訳である。今第 66，67 図ⒶⒷⒺとⒸⒹとを比較して見ると上層部の網目の開きは大した差はない様に思えるが、後者になると縦長より横幅の方が大きい。是は縮結が過少である事を意味している。従つて縮結 3 割より前者 4.34 割附近が良好と考えられる。



第 67 図

上、下棚に縮結の差があると下層部程網目の開きが狭まつて来る。若し棒巻きの問題を除外して考えれば上下棚の縮結の差が少い程良い事になる。然しⒸⒹの様に上下棚の縮結の割合が等しい場合平水時に於ては確かに刺網として良好であろう事は一応考えられるが、波浪による網の運動を考慮すると、下棚の追従性を余程向上させないと網地の伸縮の余融が前者より少くなるので波浪による浮子綱の上下のため網地の緊張が

早目に来る事になり棒巻きの機会も多いだろう事が推察される。若し棒巻きの問題を除外すればⒸⒹの様に上下の縮結量が等しい場合が下層部の罹網状況は前者より向上するであろう。従つて前者より後者の様に上下縮結差が少い方が下記条件が満足されれば良好であろう事が推察される。

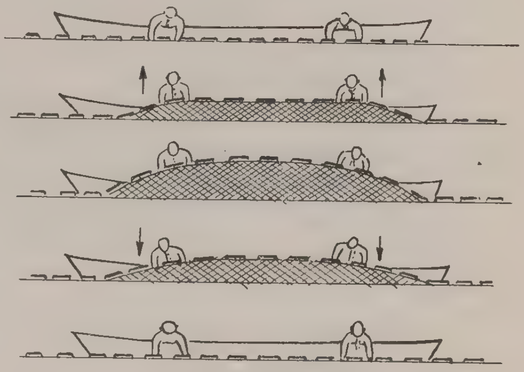
（イ）　浮子綱の上下量が極力少い事

即ち浮力を少くして波面に余り追従せず波頂に於ては潜る様な浮力である事（当研究室の研究参考資料鮭鱒流刺網の基礎実験参照）

（ロ）　沈子綱を何等かの方法で出来るだけ浮子綱の上下に追従させ易い材料及び機構とする。

縮結の割合が少いと網深さが浅くなる事も充分考慮すべき点である。

（d）　浮子綱を持ち上げた場合の網成り



第　68　図

波浪によつて浮子綱が持ち上げられる状態を近似的に現出するため第 68 図に示す様に浮子綱を 2〜3 m の間隔で持ち波の周期の $^{1}/_{2}$（北洋では1周期 5〜8 秒）3.3 秒に似せた周期で 1 m 上下させた。その時の各試験網の各点の深さの変化及びその変化開始時間の差を求めた。

(i)　各層の深さの変化

第 27 表備考に示す様に投網状態が若干違うので示された数値そのものは絶対値として採用する事は困難であるが傾向を示す事は観察とも併せて誤りない処である。先ず浮子綱を第 68 図の要領で持ち上げると、最初支持点より網目の脚を伝つて斜め下方に張力が伝はる。その後各々内方に向つて張力が移動して遂に支持点直下に網目の伸張を伴いつつ伝はるのが良く観察された。即ち浮子綱の持ち上げられる所要時間の長短によつて直下方向への張力の伝わり方も異つて来る。従つてこの周期が長いと直下方向えの張力がこの方向の網目の伸長を伴つて若干づつ網裾部も持ち上げられる事になるが、その量は浮子方に比べれば極く僅かである。又周期が短かければ斜め下方向の網目の伸長に終始して直下の網裾部の挙揚迄には到らない。結局是は波の周期と波高と波長とに大いに関係がある訳である。

第　27　表

項目 実験網	持ち上げた高さ	21.5目の浅くなつた量	網裾の浅くなつた量	備　　考
Ⓐ	0.3 m 1.0 〃	0.2 m 0.3 〃	0 m 0.05 〃	1 反投網
Ⓑ	1.0 〃	0.25 〃	0.05 〃 以下	〃　〃
Ⓒ	1.3 〃	1.1 〃	0.09 〃	端の沈子網をロープでブイに結び3反連結して投網
Ⓓ	0.7 〃	0.4 〃	0.1 〃	
Ⓔ	1.0 〃	0.4 〃	0.05 〃	

実験時の浮子方の上下に要する時間は手加減によつたので各回毎に若干異つたので深さの変化量も若干異つているのは当然である。この事は即ち現場に於ては波浪によつて異る事を意味する。即ち波速、波長、周期に依つて左右される事である。

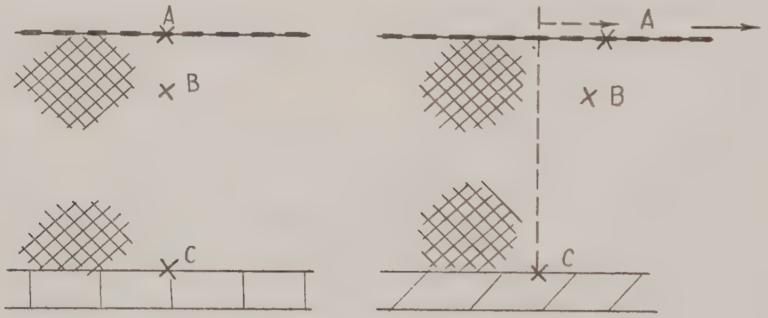
又現場に於ては 300～400 反と大量に連結して投網されているので潮その他による沈子綱の横への緊張が今回の様な 1 反又は 3 反程度の投網の場合とは大いに差がある事が想像される。即ち今回の場合は沈子綱の張力が現場のそれより遙かに少いであろうから、浮子方を持ち上げた場合割合網裾は持ち上げられ易い状態にある。この事は又逆に網地中下層部の網目の伸縮量が少いと云う事になる訳である。ⒶⒷとⒸⒹとを比較すると後者の方が 21.5 目の点の持ち上り量が前者のそれより遙かに大きい事が判る。是は縮結の関係であつた後者の方が前者の場合より網地の張り方（縦方向の）が多いため網目の伸縮許容量が少いと考えられるので自然浮子方の持ち上りにつれその点も引き上げられるものと推察される。従つて下層部も ⒶⒷⒺ より ⒸⒹ の方が遙かに多量に持ち上つている事が判る。前述の様に上での保持時間の多少で変化量も変るので傾向を見るに留めたい。沈子重量はⒶだけが ⒷⒺ より少いが今回の実験ではその影響は特別現われていないが当然考慮に入れねばならぬ点で 300～400 反連結投網時には影響が現われるのではないかと思はれる。

(ii)　各層の深さの変化開始時間

浮子綱とその下 20，40，62 目の四点を計測した場合先ず浮子方から記録ペンが動き下層にゆく程そのペンの動く時間が遅れて然も上程大量で下程減少していた。浮子方と網裾では大体 2～3 秒程度の時間差が認められた。是は（i）で述べた張力の伝わり具合からも当然肯かれる事である。

（e）　浮子綱を水平にずらせた場合の網成りの変化

浮子綱を水平に第 69 図の様に引張つてずらせて網成りの変化を見た。



第　69　図

第　28　表

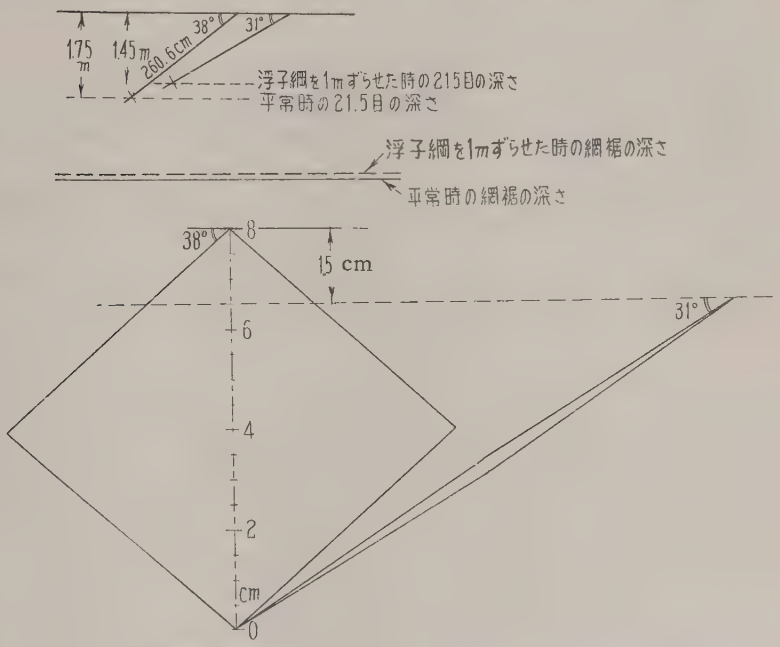
実験網 ＼ 項目	浮子綱の移行量	21.5目の点の深さの変化量	網裾の深さの変化量
A	1 m	0.8 m	0.1 m

浮子綱をずらせた場合引張つた反対方向の脚の延長線に張力が伝わるので距離を計測点直上部から離した処を持つて浮子綱をずらせると脚を伝わつて網裾が持ち上つている。是は後述するが沈子綱に追従させる一策として利用する事が出来ると考える。この場合の網目は縦方向の目が斜めとなつて刺網として余り香しい状態でなくなる事が観察された。昨夏現場で棒巻き網を調査した処浮子綱が一方向に沈子綱に対して相対的に 2.5m ずれていた。是は殆んど浮子の空中露出部の風圧抵抗によつて浮子綱が流されるのが原因であろう。特に潮流方向と逆な場合が甚しい。是れを防止するためには浮子の空中露出部即ち予備浮力を少くするか、空中露出部の形状を風圧抵抗が少いものにする事が考慮せねばならぬ。この項に関しては別に研究参考資料として発表した。次に浮子綱を 1 m 水平にずらせた場合の網目の形状を示したのが第 70 図である。同図

に示したのは上図が第 29 表により作図して求めた 1 m 浮子綱をずらせた時の上層 $^1/_3$ の部分の網目の脚の傾角である。

第 29 表

項目＼計測点	21.5 目の点	63 目の点
平常時の深さ	1.75 m (1 目の縦長 0.08m)	5.65 m
1m浮子方をでらせた時の深さ	1.45 m	5.55 m


1.75 m
1.45 m
260.6cm
38°
31°
浮子綱を1mずらせた時の21.5目の深さ
平常時の21.5目の深さ
浮子綱を1mずらせた時の網裾の深さ
平常時の網裾の深さ
38°
8
1.5 cm
31°
6
4
2
cm
0

第　70　図

即ち平常時は脚の方向は水平線に対して38度の傾角を持つているが、1m 浮子綱をずらせると31度になる。然も前者は深さ 1.75 m であり 21.5 目の脚は 21.5×2=43 となるので斜辺の長さは 6.06 cm×43=260.6 cm となる。

1 目当りの垂直長さは (8−1.5)=6.5 cm となるから下図の様に脚と水平線との交角 31 度で 1 脚 6.06 cm で作図すると右図の斜めの様なつぶれた網目となる。勿論是は浮子方に近い現象であるため下層はこれ程ではないであろうが、浮子方がずれる事は刺網として決して良い状態ではない事は明瞭である。観察によつても甚しい網成りの悪化が認められた。

(3) 綜合結果

まえがきで述べた様に現在の網に就ての現地に於ける動態を計測すべく設計試作した計器に就て又それにより得た記録の解析を試み前記の様なものとなつたが此処で一応まとめてみると次の様な概要となる。

（a） 計測器としての機能は略々満足するものであり、是を装着する事により少しも網成りに変化を与えてはいない。

（ｂ）　実用する場合稍々大型に失する欠点があつた。

（ｃ）　棒巻き発生原因と網地下層部罹網率の低下原因とは同一のものであろう。従つて棒巻き発生を減少させ得る網は同時に下層部の罹網率も増大させ得るものであろう。

（ｄ）　棒巻き発生を減少させるためには如何なる波浪時に於ても常に網丈が一定である様なものにすれば良い。そのためには浮子による浮力を可及的に少くして浮子綱が波面に可及的に追従しない様にする。即ち波頂では潜る様な適当な浮力のものとする（例えば浮力の減少又は梯子浮子方式の採用等）。次に沈子綱を可及的に波面曲線に同時に同調させる様な機構、材質のものとする（当室研究参考資料鮭鱒流刺網の基礎実験に就ての考察)。

（ｅ）　縮結の割合は現在程度が適当の様に考えられる。

（ｆ）　上下棚の縮結の差は可及的に少いのが良い。

（ｇ）　浮子の空中露出部は可及的に風圧抵抗が少い様な即ち余り露出しない（予備浮力の適正なもの）もので、形状から抵抗が少いものを選ぶべきである。

（ｈ）　浮子綱の風圧による「ずれ」は甚しい網成りの悪化を来している。

（ｉ）　１反の浮子数は多い程良い。従つて１個当りの浮力は減少させる事になる。

（ｊ）　全反を完全に連結せず数組に分けてその間を長目の索で浮子方を継いで投網し、網の横方向の緊張を出来るだけ少くするのが良い。

（ｋ）　風力が大であつても設網期間中に余り風向が変らず、然も投網線方向からの風向の場合は棒巻き発生は少い様である。

（ｌ）　二年目の使用網の罹網率低下の一原因は網目修繕個所の引吊り、たるみが異常に網成りを崩しているためである。

む　す　び

鮭鱒流刺網の現場に於ける網の動態を初めて計測すべく計測器を設計試作し実験を行つた訳であるが、天候その他の事情により実験回数が僅少であつたので完全なものとは勿論云えないが、それらを補足する意味からも補足実験を実施して、確実にその動態の過渡現象も計測器と観察とを併用して確認し又補足した次第である。是等の実験が契機となり現場漁業家の間に若干でも歓心を提起した事は筆者の喜びとする処である。更に今後この拙文により該研究が伸展するならば筆者の望外の喜びである。又実験に関し多大の御配慮を頂いた日本水産株式会社並びに同社伊藤総船団長、小寺、高木両船団長他宮嶋丸、香取丸の乗組の諸氏、並びに網地長さ計拾得に関し御手数をかけた水産庁中村監督官及び日魯漁業株式会社明晴丸船団の諸氏に対し感謝申し上げる。計器製作に当られた柳計器株式会社に対して御礼を申し上げる次第である。

カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について

葉室親正

Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net and its Practical Application

Chikamasa HAMURO

ABSTRACT

In the north Pacific Ocean, an instrument to measure the shape of the tangle net for the salmon was tried with successful conclusion, and it was considered that this instrument might be used for the basic test of the crab tangle net. Fortunately, by request of two private fisheries companies, a test of this net for crab was tried at Aburatsubo Bay, Miura city Kanagawa Prefecture. By this test, it was found that the shape of the net was not effected at all by attachement of the instruments just same as in the case of the salmon gill net.

The conclusion obtained are as follows.

1) It is quite unsuitable to fix the floats and weights with the net when casting nets, though it is usually done.

2) The buoyancy of floats is too big to get suitable shape of the net.

3) If each weight is too big and the distance between two weights is too wide, the net between the weights blown up and the foot line makes itself trocoidal line when the net sinks down to the bottom of the sea, and this trocoidal shape of the foot line is kept even after the net is set on the bottom then the crabs pass through the clearance between the net and the sea bottom, and consequently it makes the catch worse.

項目

まえがき
1. 計測器
2. 海上実験
3. 実験実施要領
4. 使用漁具
5. 記録
6. 解析
7. 綜合結果
むすび

まえがき

鮭鱒流刺網の網成りを計測するための自記式網深さ計及び自記式網地長さ計を当研究室に於て設計試作し、昨年夏北洋に於て実験を行いその結果は既に発表したのであるが1)、同様カニ底刺網にも同計測器を応用出来るので今回実験を試みた次第である。

割合浅い水深で然も透明度の良い海域を選んで実施したので、計測器による計測と共に水鏡による観察を同時に行い、計測器の装着（案内部及びビニール連絡管）の網成りに与える影響も併せて調査した。結果と

---

1) 漁船研究参考資料「鮭鱒流刺網の水中における形状の計測実験について」1955年9月水産庁漁研 葉室

して全く是等の影響がない事を確め得たので、計測器により得られた記録はその尽、真正な網成り記録として採用して良い事を確認した。猶ほ今回の２回に亘る実験は北洋水産株式会社及び大洋漁業株式会社の依頼により実施したものである。

1. 計測器

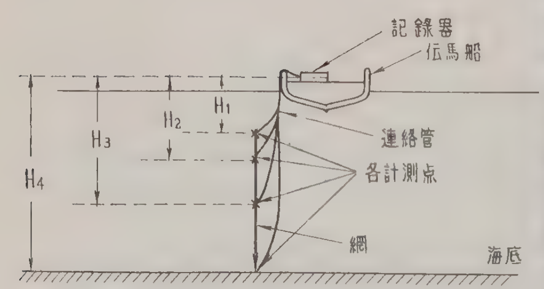
今回使用した計測器は鮭鱒用自記式網深さ計とトロール用自記式網高さ計の２種であつて、是等の内容に就てはそれぞれの項で記述した通りである。

2. 海上実験

(a) 日時　前期　昭和30年11月11日～12日の２日間
　　　　　後期　昭和30年11月21日～23日の３日間
(b) 場所　前期　神奈川県三浦市油壺　東京大学油壺臨海実験所先海域
　　　　　後期　同　　上
(c) 使用計測器　前期　鮭鱒流刺網用自記式網深さ計
　　　　　後期　トロール用自記式網高さ計
(d) 海況　前期　長期の晴天が続いたため海水の透明度良好で水深6mの個所に網を設置して充分海底迄観察する事が出来た。風も大した事なく2m/sec程度で「サザ波」が少々あつた。潮は湾の干満によるものが0.2～0.3Kt程度あつた。
　　　　　後期　初日が暴風雨であつたため実験不能であつたが後２日間が甚だ好天気であつた。然し初日の風雨により海水の透明度悪く、海面からの水鏡による観察では網高さの $^1/_2$ 迄しか見えない程度の透明度であつた。潮は干満によるものが投網線に平行に流れていたが、網は垂直に立つていた。

3. 実験実施要領

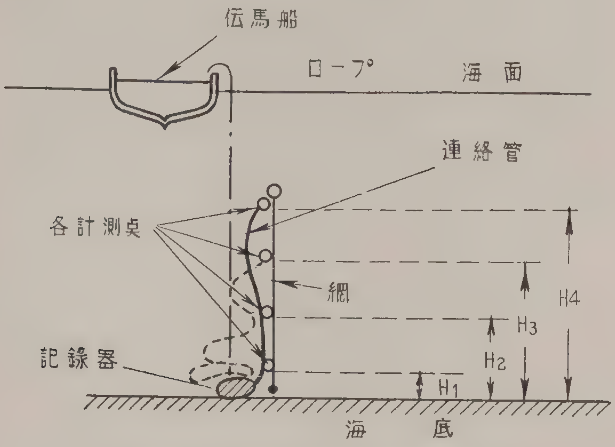
[前期]　二種類の網を用意し、浮子、沈子の種類及びそれらの配置を適宜変更して水深5～6mの処に設置して、自記式網深さ計に依つて第１図の要領で網成りを計測した。同時に水鏡に依つて海面から網各部の状態並びに計測器案内部及び連絡管の状況を調査した。



第１図　自記式網深さ計使用状況

第２図　実体状況

［後期］ トロール用自記式網高さ計を使用して、海底から各部の高さを計測し、併せて水鏡及びアクアラング潜水器に依つて潜水観察した。第３図はその使用状況図である。


伝馬船
ロープ
海面
連絡管
各計測点
網
H4
H3
H2
H1
記録器
海底

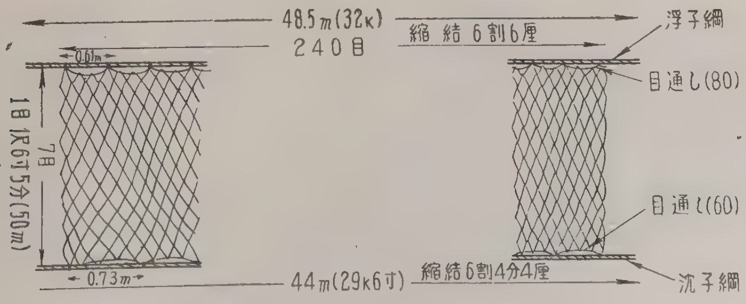
第３図 自記式網高さ計使用状況

4. 使用漁具

第１表 試験網の要目

項目 ＼ 実験網	ⓐ	ⓑ	ⓒ	ⓓ	ⓔ	ⓕ	ⓖ
網糸の材料	クレモナ	クレモナ	綿糸	綿糸	綿糸	綿糸	綿糸
浮子の材料	コルク	コルク	コルク	2.8寸 硝子玉	桐木片	塩化 ビニール	2.8寸 硝子玉
浮子の浮力	255 g (64匁)	255 g (64匁)	255 g (64匁)	175 g (46.6匁)	49 g (13.1匁)	54 g (16匁)	175 g (46.6匁)
浮子の配置	12目毎	12目毎	16目毎	15目毎	9目毎	9目毎	36目毎
沈子の材料	石	石	石	セメント塊	石	セメント塊	セメント塊
沈子の水中重量	750 g (200匁)	750 g (200匁)	750 g (200匁)	500 g (135匁)	750 g (200匁)	500 g (135匁)	500 g (135匁)
沈子の配置	160目毎	16目毎	16目毎	16目毎	20目毎	40目毎	28目毎

註 表中何々目とあるは網目数であつて目通しの数ではない、目通しで云えば浮子方の場合は３で、沈子方の場合は４で割れば良い。


48.5m(32k)
240目
縮結 6割6厘
浮子綱
0.61m
目通し(80)
1目 1尺6寸5分(50m)
7目
目通し(60)
0.73m
44m(29k6寸)
縮結6割4分4厘
沈子綱

第４図 使用漁具の概略

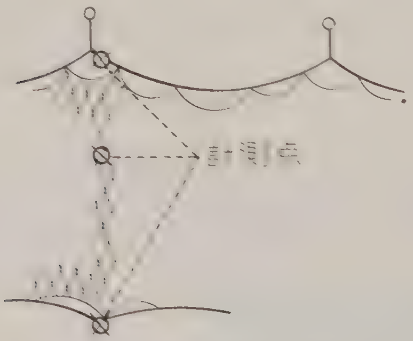
第2表　試験網水中重量

項目 種類	量		水中重量
綿網地	240目×7目	1反分	450 g
クレモナ網地	〃	〃	495 g
浮子綱	32間	48.5 m	98 g
目通し糸	1反分	浮子方	30 g

5. 記録

第3表　実験例ⓐの記録

計測点	計器からの深さ
沈子網と目通しとの結着点	5.48 m
下から4目の点	3.85 m
浮子結着点と次の目通し結着点との間	2.30 m



第5図　計測点図解ⓐ

網高さ　(5.48－2.30)＝3.18 m

沈子網から4目の高さ　5.48－3.85＝1.63 m

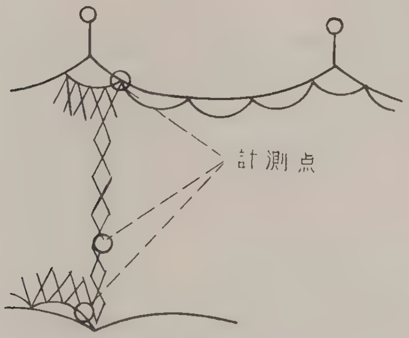
この間の網目の平均縦長　1.63÷4＝0.41 m

浮子綱から下へ3目の処の網高さ　(3.85－2.30)＝1.55 m

この間の網目の平均縦長　1.55÷3.5＝0.44 m

第4表　実験例ⓑの記録

計　測　点	計器からの深さ
沈子綱と目通しとの結着点	5.35 m
下から2.5目の点	4.30 m
浮子装着部の浮子綱と目通しとの結着点	2.30 m



第6図　計測点図解ⓑ

網高さ　(5.35−2.30)＝3.05 m
下から 2.5 目の点の高さ　(5.35−4.30)＝1.05 m
この間の網目の平均縦長　1.05÷2.5＝0.42 m
浮子綱から下へ 4.5 目の点迄の網目の平均縦長　$\frac{4.30-2.30}{4.5}=0.44$ m

ⓐⓑは全く同じ構成の漁具について浮子附近の異つた2ヶ所での計測であるが、その附近での網成りは殆んど同様であつた。然し浮子間の浮子綱の垂下は相当量あつた。この様な浮子の浮力及び配置では、網目の開き状態は、浮子からの距離に依つて千差万別であつた。潮流は投網線に対し平行で 0.1〜0.2 Kt 程度であつたが、網地の「フカレ」は認められなかつた。

第5表　実験例ⓒの記録

計　測　点	計器からの深さ
沈子綱と目通しとの結着点	6.20 m
下から3目の点	4.65 m
浮子装着部の浮子綱と目通しとの結着点	3.20 m

網高さ　(6.20−3.20)＝3.00 m
沈子綱から4目の点の高さ　(6.20−4.65)＝1.55 m
この間の網目の平均縦長　1.55÷4＝0.39 m
沈子綱から下へ3目の点の高さ　(4.65−3.20)＝1.45 m
この間の網目の平均縦長　1.45÷3＝0.48 m

この場合潮流は投網線に対し直交して居り 0.3 Kt 程度であつた。網丈の約 $^{1}/_{2}$ 附近が 0.1 m 程度「フカレ」ていた。又浮子間の浮子綱のたるみは中央部で 1.24 m あつた。この時の網の能率は折角の網を殆んど殺した様な状態であつて甚だしく低下していた。是等の事に就ては後述する。

第 6 表　実験例 ⓓ の記録

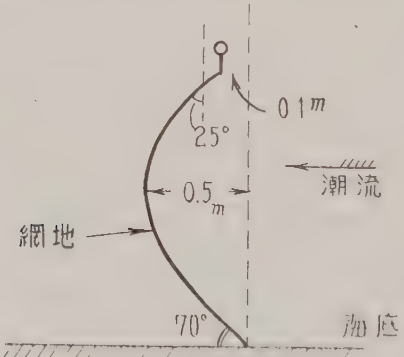
計測点	計器からの深さ
沈子綱と目通しとの結着点	5.30 m
上から 2 目の点	3.50 m
浮子装着部の浮子綱と目通しとの結着点	2.65 m

この場合投網線との交角 30 度で 0.3〜0.5 Kt 程度の潮流があり、網地は網丈の $^{1}/_{2}$ 附近で約 0.5 m「フカレ」て居り、浮子付根は直下の沈子綱から潮下へ 0.1 m 程度押されて居た。第 7 図に示す様に、網地の傾斜角度は、上半分が最初 25 度で、下半分が下端で 70 度の傾斜を有している。従つて網高さは当然低下する。

網高さ　$(5.30-2.65)=2.65$ m

網地の長さは浮子から 2 目迄極く略算して見ると、　$2.65\div\cos 25°=0.94$ m

この間の網目の平均縦長　$0.94\div 2.5=0.38$ m　となる。



第 7 図　潮流による「フカレ」

次に下半の網地は海底から 70 度の傾斜を持つているので

網地の長さ　$(5.30-3.50)\div\cos 70°=1.91$ m

是は下から 5 目の処迄であるからこの間の網目の平均縦長は

$1.91\div 5=0.38$ m　となり

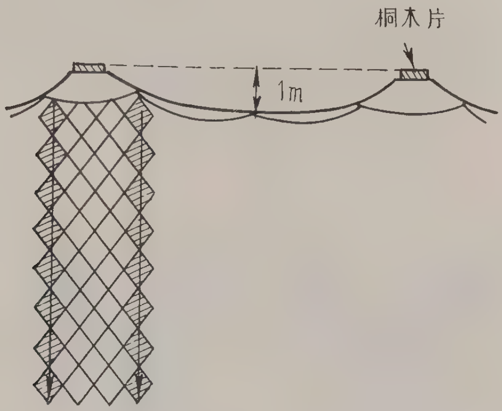
網丈全部が同じ目の開きで然も傾斜して開いている訳である。

第 7 表　実験例 ⓔ の記録

計測点	計器からの深さ
沈子綱と目通しとの結着点	6.15 m
上から 2.5 目の点	4.30 m
浮子装着部の浮子綱と目通しとの結着点	3.00 m

網高さ　(6.15－3.00)＝3.15 m
上から 2.5 目の点の高さ　(6.15－4.30)＝1.85 m
この間の垂直距離　(3.15－1.85)＝1.30 m
この間の網目の平均縦長　1.30÷3＝0.43 m
下から 4.5 目迄の間の網目の平均縦長　1.85÷4＝0.46 m

この場合浮子間の浮子綱は約 1 m 中央部が垂下していた。又この時の浮子の網地への浮力による緊張の伝はり方は第 8 図の様であつた。



第　8　図

第 8 表　実験例 ⓕ の記録

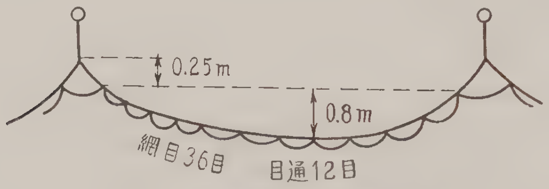
計　測　点	海底からの高さ
浮子近くの目通し結着点	3.15 m
上から 3.5 目の点	1.60 m
浮子綱垂下点	2.80 m

浮子附近の目通し結着部の網高さ　3.15 m
両浮子間の浮子綱の垂下量　(3.15－2.70)＝0.45 m
下から 3.5 目迄の網目の平均縦長　1.60÷3.5＝0.45 m
上から 3.5 目迄の間の縦目の平均縦長　(3.15－1.60)÷3.5＝0.44 m

第 9 表　実験例 ⓖ の記録

計　測　点	海底からの高さ
浮子近くの目通しと浮子綱との結着点	3.10 m
上から 1.5 目下の点	2.40 m
浮子装着の浮子綱の頂	3.75 m
浮子綱の垂下点	2.70 m

網高さ　3.10 m
上から 1.5 目の間の網目の平均縦長　(3.10－2.40)÷1.5＝0.46 m
下から 5.5 目迄の間の網目の平均縦長　2.4÷5.5＝0.43 m
浮子付根とその隣りの目通しと浮子綱との結着点との高さの差　(3.75－3.50)＝0.25 m
浮子近くの目通し結着点と浮子綱垂下部の高さの差　(3.5－2.7)＝0.8 m



第 9 図　実験例⑧の浮子綱の形状

6. 解析

（1） 計測器の網成りに及ぼす影響

元来今回使用した計測器は鮭鱒流刺網用とトロール用のものであり、実験的に浅海に於てはカニ網に使用出来るが現場に於ては使用出来ない。然し今回得られた記録は水鏡の観察と併用したので、全く計測器が網成りに影響を及ぼしていない事を確認しつつ得たものである。従つて是等數値はその儘解析に使用する事が出来るものである。今次基礎実験に基いて現場に於てカニの罹網状況と網成りとを関連ずける計測器の設計試作並びに実験が考慮される段階になつた。

（2） 網成り

先ずカニ底刺網の網成りの良否を論ずるには良好であると云う基準が基礎にならねばならない。一応謂はれている事は次の様な事である。即ちカニは海底に極く接近して移動し余り高く游泳しないと云う事である。若しこの事が事実であるならば網の条件として下記のものが必要となつて来る。

（i） 沈子綱は海底に密着して居り、トンネル状の穴をあけてはならない。

（ii） 網の或る部分にカニが纒絡したならその部分から下はカニの水中重量によつて海底に沈着し、中吊りにならない様な浮力でなければならない。

（iii） 予想される最大潮流に依つて網が海底に完全に密着してはならない。

（iv） 浮子綱は水平に張り極端な波を打つてはならない。

大体以上の四項目により網成りの判定をする。

（a） 浮子の影響

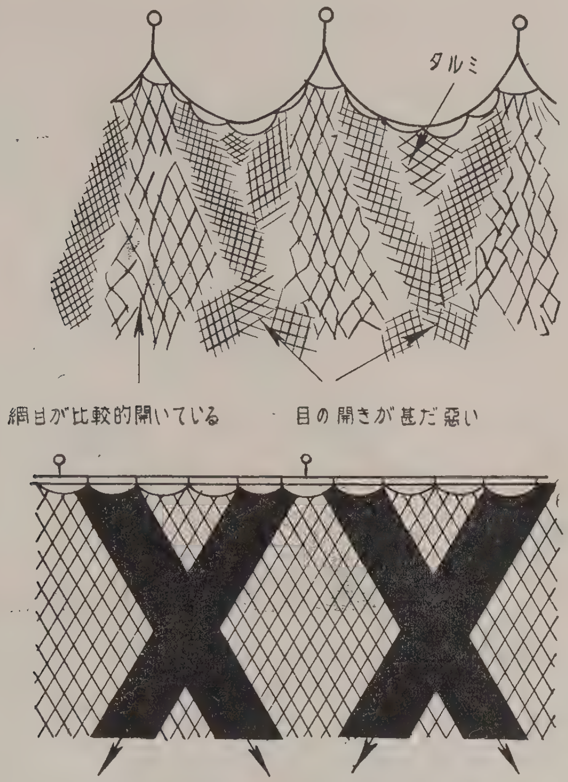
浮力の大きい浮子を数少く即ち間隔を大きくして装着した場合は各浮子間の浮子綱は相当量垂下している。全体の浮子綱が甚しく波打つた状況になつている。従つて浮子装着部は網地を甚しく吊り上げるため網成りが非常に悪くなつている。一例を挙げると 2.8 寸硝子を浮子綱 0.6×5＝3m に装着した場合

浮力の小さい（浮力 49 g）の桐木片を 1.8 m 毎に浮子綱に装着した場合

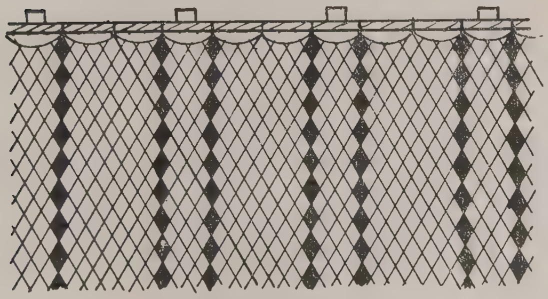
網地が浮子の浮力に依つて上方に第 10，11 図に示した様な状感で吊り上げられている。

即ち 2.8 寸玉を 3 m 間隔で装着した場合第 10 図に示す様に浮子装着部の隣りの目通し部の最初の網糸部を中心として左右各 2 目の幅をもつて各々縦糸に沿つて斜めに殆んど網目らしい格構をせず斜め下に緊張している。

次の浮子の部も同様で網裾部では各々この緊張部が交叉して居り又そのために浮子間の浮子綱は垂れ下つて垂下部の網目は又大いにたるんで居る。この様な状態で只無茶苦茶に網を点々と上方に強く引き上げてい



第 10 図　網成りに及ぼす影響



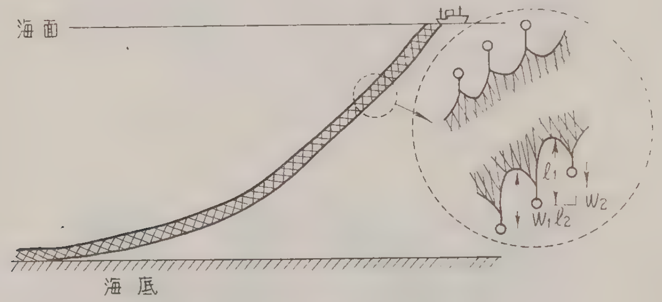
第　11　図

ると云つた状況である。若しカニの罹網により網は順次引き下げられたとしても最初に浮子中間の垂下部が接地して無理に引き上げられた浮子装着部下の網地が残るだけで未だ充分網目を有する前記垂下部の網地は有効に働かずに終る事が考えられる。次に浮力を減少しその装着間隔を縮めた場合は第 11 図に示した様に僅かに浮子間が垂下しているだけでその下のたのみは僅少である。又網地の緊張も浮子装着部の目通し両端の網目が下に向つて若干網目に伸びている程度で前者の様な極端な網目をつぶした様な緊張は見られなかつた。刺網として非常に良好な状態を現出していた。

(b) 沈子の影響

沈子装着間の沈子綱長さ (l) と実際の着底時の沈子間隔 (l_1) が相等しい場合は沈子綱が浮き揚り謂所トンネル状になる事はない筈である。若し $l>l_1$ とすれば沈子装着部の中間の上方に浮子が装着してある様な場合は当然沈子綱が弧状に引き揚げられ、前記トンネル状となつて底刺網として最も不良な状態と云うべきである。このためには可及的に $l=l_1$ となる様に漁具を設定すべきである。そのためには必要最少限度の沈降力を持つ沈子を装着し然も沈子間隔を可及的に狭くする事が肝要である。

沈降力なるものを間隔広く装着すると投網時に海底に達する迄に沈子間隔が相接近しようとする。



第 12 図　投網状況

第 12 図で略説すると W_1W_2 はその沈降力に依つて該装着部の網地を引つ張りながら沈む、沈子間の網地はその時の流水抵抗に依つて上に吹き上げられる。浮子配置具合に依つてはこの傾向が助長される。従つて W_2 は W_1 に近づく事になる。即ち W_1W_2 の水平距離はその間の沈子綱長 l より短くならざるを得ない。

今 W_1W_2 の直距離を l_1 とし、W_1W_2 の水平距離を l_2, W_1W_2 を結んだ線と水平線とのなす角を θ とすれば $l_2=\cos\theta l_1$ 然も $l_1<l$ である。

$\theta=0°$	30°	45°	60°	90°
$l_2=l_1$	$0.85\,l$,	$0.7\,l$,	$0.5\,l$	0

次に沈子間の接近傾向が全くなく網線の傾斜による着底沈子間隔と沈子網長 (l) との関係を検討して見る。一例をあげると

$l=5.1$ m の場合

水深約 5 m の処で伝馬で割合沈子綱を緊張させつつ投網したのに沈子の着底した幅は平均 4.3 m であつた。

実際の漁場 100 m 前後の水深の海域での投網に当てはめて見ると投網船速を 4 Kt とすれば同速力で沈子綱を緊張させて投網したとすれば船附近の網線の傾斜角度は概略次の様に見てよかろう。即ち網の沈降速力 0.2〜0.5 m/sec (トロール網、手繰網の沈降速力 0.4 m/sec 平均から推察して) とすればベクトル法により 4.°〜12.5° となる。

$$l_2=\cos\theta l$$

l………沈子間の沈子綱長

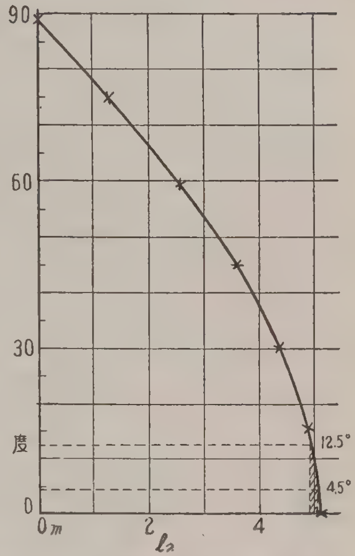
l_2………この場合の着底沈子間距離

より第 13 図の曲線を画く事が出来る。実際前記の $\theta=4.5°〜12.5°$ の儘着底すると仮定すれば l_2 は図より 4.9〜5.05 m となり、l と l_2 の差は僅少である。即ち以上は沈子の接近状況が全くなく只網の傾斜によるもののみとした場合である。又実験時の着底時沈子間距離 0.43 m の場合は図より $\theta=30°$ となる。

是は浅い無も相当沈子綱に緊張しつつ投網した特殊な場合で実際は恐らく遙かに条件が悪い事が予想され $\theta=4.5°〜12.5°$ 程度の様な緩傾斜ではないであろう。この例をとると l と l_2 との差は 0.2〜0.5 m にしか

過ぎない。然し実際に網に緊張を与へないで投網する様であるからθは是等より相当大となる事が考えられる。その結果として沈子間の網地の上方への「フカレ」による沈子の接近傾向が加はるので l と l_2 との差は更に大となるであろう。

今回の基礎実験の場合 l と l_2 との差が $(5.1-4.3)=0.8$ m で僅か 16% にしか過ぎなかつた場合ですら、その時生じた沈子綱の吊り上りによるトンネル状態の最高部の平均高さは 0.45 m に達している。以上の事から考えて現場では基礎実験時より水深と云い投網技術（網の伸出速度と船速との関係）と云い比較にならぬ程の悪条件であろうから更にトンネル状況は甚しいものがあると考えられる。従つて現在の沈子の重量及び配置法では大いに考慮し改正しなければならないものと考える。又沈子を装着するための糸の長さが更にこの悪傾向を助長している。最も考慮を払はなければならない一つであろう。



第 13 図　投網より着底に至る間の沈子綱の傾斜が沈子着底間隔に及ぼす影響

(3)　浮力に就て

浮力の数値決定を行う際その根拠となるせのは網地と上、下の目通し糸及び浮子綱の水中重量の和より浮力の方が大である事が必要である。先ずその必要最少限度を上回る事と如何程上回れば良いかは次項で決定されねばならぬ。

(i)　蟹が纒絡した場合蟹が中吊りにならず必ずその重量によつて纒絡点を海底に沈降させ得る浮力である事。

(ii)　潮流に依つて受ける抵抗によつて網成りを崩さない浮力である事。

以上のため先ず1目当りの漁具（沈子綱を除く）の水中重量を求める事が肝要である。第2表により浮子綱、目通し、網地、目通しを含んだ縦7目横1目分の水中重量を求めると

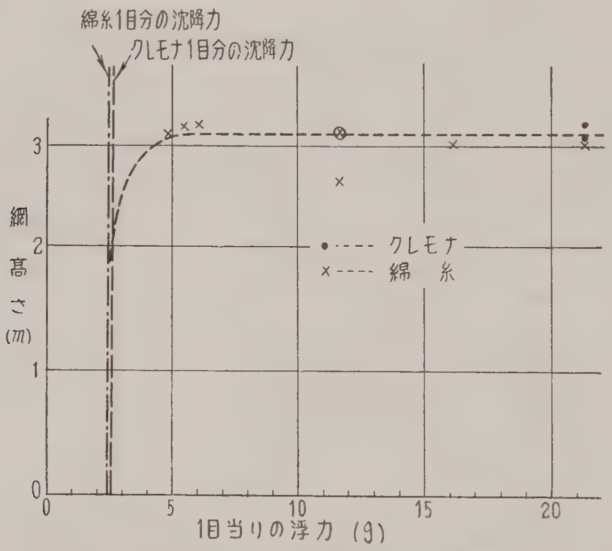
578/240＝2.4 g……………綿糸
623/240＝2.6 g……………クレモナ

次に各計測時の浮子の1目発りの浮力を求めると

第 10 表　1目当りの浮力並びに予備浮力

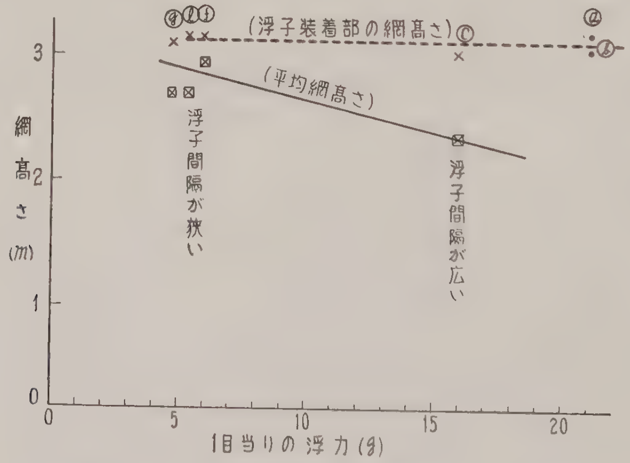
実験例＼項目	1目当りの浮力換算値	1目当りの予備浮力
ⓐ ⓑ	255/12 ＝ 21.2 g	21.2−2.6 ＝ 18.6 g
ⓒ	255/16 ＝ 16 g	16−2.4 ＝ 13.6 g
ⓓ	175/15 ＝ 11.6 g	11.6−2.4 ＝ 9.2 g
ⓔ	49/9 ＝ 5.4 g	5.4−2.4 ＝ 3.0 g
ⓕ	54/9 ＝ 6 g	6.0−2.4 ＝ 3.6 g
ⓖ	175/36 ＝ 4.8 g	4.8−2.4 ＝ 2.4 g

第 14 図は各計測時の1目当りの浮力と網高さとの関係を示したものである。如何程浮子1目の浮力が大であつても又如何程少くても網漁具の1目の水中重量より上回る浮力を有しているならば潮流が害か又は極く少い時の網高さは殆んど同じである事を示している。但し浮子間隔が広い場合は平均高さはずつと少くなる事は前述した通りである。



第 14 図　浮力と網高さの関係

これを図説したのが第 15 図で浮子の装着間隔が広い程平均的網高さは低下する、勿論この場合底沈子間隔も大いに関係する事は前述の通りである。従つて浮子間隔は出来る限り狭くした方が有利である。このためには当然 1 個当りの浮子浮力は減少させるべきである。



第 15 図　浮力と浮力間隔との平均網高さに及ぼす傾向

今カニの生態で謂はれている様にその生息範囲が極く海底に接近した部分に限られていて高く游泳（海底を離れて泳がない）しないものとする。その根拠として謂はれている事は次の様なものである。

（イ）　魚探記録に海底を離れている状況が認められぬ。

（ロ）　罹網状況を検討するに殆んど網丈方向に重つて罹網せず横方向に併列して罹つている。

（ハ）　カニの形体上泳ぐに便なる水搔がない。

是等の根拠の下に現在の浮子の浮力及び配置に就て論じて見るに、今若し蟹の水中重量と網（纒絡部分）の水中重量の和より浮力が上回つていれば蟹が罹網した後も蟹と共に網を垂直方向に立たせる格構となる、

蟹の有する脚を上方又は横方向に伸して体を纒絡させた場合最初は海底に接した部分の網目に刺つたものも纒絡状況に依つては余剰浮力のため蟹を中吊りの状態にするであろう。その場合その縦方向の網面積に対しては次の罹網は不可能となる。若しこの状態で満足するものとすればそれより上の網地は最初から不用なものと謂はねばならない。然らば罹網後少くともその点より上の網地を次の罹網に利用するためには蟹の水中重量に依つて浮力が負け纒絡した部分は蟹と共に海底に沈着しなければならない。前述した様に試験に供した網（綿糸又はクレモナ）は 1目(横)×7目(縦) の浮子綱及び目通し糸を含めた水中重量は 2.4g 又は 2.6g であつた。

蟹が或る点に罹つてその部分が沈むためには蟹の水中重量とその時の纒絡網地の縦目数と横目数に関係がある。

1目当りの浮力を　y (g)
纒絡網地の縦目数　a
〃　横目数　b
蟹の水中重量を　w (g)　とする。

$$by<\underset{\text{(網地)}}{\frac{1.87\,b}{7-a}}+\underset{\text{浮子綱}}{0.4\,b}+\underset{\text{目通し}}{0.1\,b}+w$$

$$by<\frac{1.87\,b}{7-a}+0.5\,b+w\cdots\cdots\cdots\text{綿糸網の場合}$$

$$by<\frac{2.06\,b}{7-a}+0.5\,b+w\cdots\cdots\cdots\text{クレモナ網の場合}$$

実際の罹網状況は $a=3$ $b=3$ 程度であり
蟹の水中重量　$w=300$ g（西カム）　$w=500$ g（ブリストル）
であるから

$3y<(5.61/4)+1.5+300$　$y<101$ g………西カムで綿糸網の場合
$3y<(6.18/4)+1.5+300$　$y<101$ g………西カムでクレモナ網の場合
$3y<(5.61/4)+1.5+500$　$y<168$ g………ブリストルで綿糸網の場合
$3y<(6.18/4)+1.5+500$　$y<168$ g………ブリストルでクレモナ網の場合

現在普通使用されている1目当り浮力は 6.5g（2.8 寸玉を 27 目毎に装着した場合）程度の様であるから西カム、ブリストル漁場孰れよりも遙かに少いので充分蟹の纒絡後海底に蟹は沈む訳である。然しこの 6.5g の浮力は1目当りに換算した浮力であつて実際は決して各部に平均して浮力は働いていない。特に浮子間隔が相当広いのでなお更である。

網成りから見ても浮子装着部分の附近に主としてその主力が集中している様であるから浮子直下の部分に蟹が罹つた場合どの様になるかを一応検討して置かねばならない。

2.8 寸硝子玉浮力を 175g とすればブリストルの 168g との差は僅かであるので問題ないが、西カム 101g の場合が問題となる。是は浮力の実際の配分具合が解らないければ解けない問題であるが一考を要する研究課題であろう。極端な場合浮力間の浮子綱の懸垂状況甚しい様な場合は浮力は装着直下の約4目×7目に主として働いていると見て良いであろう。するとその部分3目に罹網したとすれば浮子 175g と 101g との勝負となり、当然浮力が必要領より 64g 勝つ事になるので蟹は中吊りの形となつて次回罹網にはその部分の上の網地は役立たない事になる。以上の事から見ても浮力の細割は必要になつて来る。この論旨から 101g÷3=34g が1目当りの最大浮力限度となる。

$$\text{従つて}\quad 2.4(\text{又は } 2.6)\,\text{g}<y<34\,\text{g}$$

となる。然し先に論じた様に1個当りの浮力大なるものを広間隔で装着するのは網成りに最も悪い影響を与えるので先の実験例ⓓから云つても 16g を上回る事は避けねばならぬ。然らば必要最少限度の浮力は幾らかとなると次の事が考慮されねばならぬであろう。

即ち網に対する外力（潮流）に依つて生ずる網の抵抗によつて甚しく網成りが崩れる様な浮力であつてはならない。先ず浮子の1個当りの浮力を決定するには次の関係がある事を知らねばならぬ。

$$Y/D=y$$

Y………浮子1個の浮力
D………浮子の装着間隔
y………単位当りの浮力

今回の実験で適当と考えられる D は 6～9 目であろう。目通し1つに対して3目であり、目通し1つの浮子綱長は 0.6 m であるから D は 1.2～1 8 m となる。

$$Y=(6\sim9)y\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{①}$$

網地の潮流抵抗を求めて見なければならない。田内博士の理論によると網糸の直径の割合に目合が大なる場合網地に直角に流れが来た時その抵抗が最大である様であるから一応次引を使用して差支えないであろう。流れに直交する抵抗は一応省略する。

$$d_\theta=a\frac{D}{L}v^2\frac{1-\cos^2\varphi\cos^2\theta}{\sin\varphi\cos\varphi}\ (\mathrm{kg/m^2})$$

d_θ………流水の方向に受ける抵抗
a………常数
D………網糸の直径 1.5 mm
L………脚の長さ 250 mm
v………潮流速 0.1～1.0 Kt
φ………網目のなす角の $1/2$ で 23 度
θ………流れと網地面とのなす角

上式によつて潮流速 v を 0.1～1.0 Kt 迄、傾角 θ を 0～90° として計算し、横1目縦7目の単位面積に対する抵抗に換算したのが第 11 表である。

第11表　横1目縦7目の網地の抵抗

v ＼ θ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0.1 kt	0.3 g	0.46 〃	0.8 〃	1.3 〃	1.8 〃	2.1 〃	2.3 〃
0.2 〃	1.4 〃	1.8 〃	3.2 〃	5.2 〃	7.2 〃	8.4 〃	9 〃
0.4 〃	5.4 〃	7.2 〃	12.6 〃	20.4 〃	28.2 〃	33.6 〃	36 〃
0.6 〃	1.2 〃	16.2 〃	28.2 〃	46.2 〃	64.2 〃	76.2 〃	81 〃
0.8 〃	21.6 〃	28.8 〃	50.4 〃	82.2 〃	114 〃	135.6 〃	144 〃
1.0 〃	37.2 〃	51.6 〃	86.4 〃	140.4 〃	194.4 〃	231 〃	246 〃

次に浮子綱も無視出来ないので単純な 6 mm 直径の綱としての流体抵抗を求めると第 12 表の様になる。

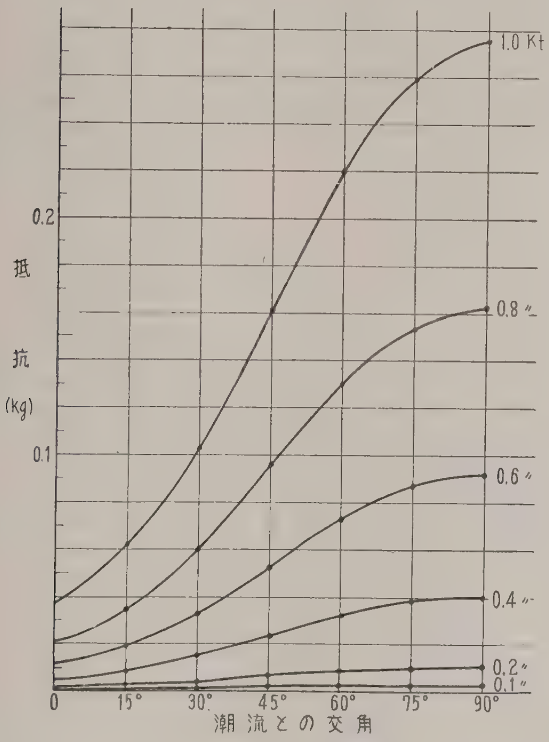
第12表　浮子綱横1目分 (0.2m) の抗抵

v ＼ θ	0°	15°	30°	45	60°	75°	90°
0.1 kt	—	0.078 g	0.15 〃	0.21 〃	0.26 〃	0.29 〃	0.3 g
0.2 〃	—	0.36 〃	0.6 〃	0.85 〃	1.04 〃	1.16 〃	1.2 〃
0.4 〃	—	1.4 〃	2.4 〃	3.4 〃	4.2 〃	4.7 〃	4.8 〃
0.6 〃	—	3.2 〃	5.4 〃	7.7 〃	9.4 〃	10.5 〃	10.8 〃
0.8 〃	—	5.7 〃	9.6 〃	13.6 〃	16.7 〃	18.6 〃	19.2 〃
1.0 〃	—	9.0 〃	15 〃	21.3 〃	26.1 〃	29.1 〃	30 〃

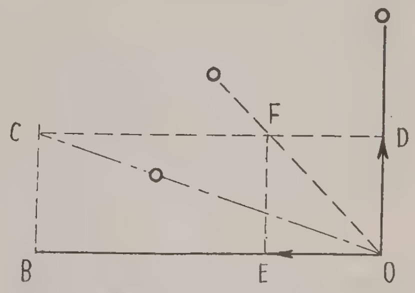
浮子綱と網地を含めた横 1 目縦 7 目分の抵抗の総和は第 12 表、第 16 図の様になる。

第 13 表

θ ν	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0.1 kt	0.3 g	0.54 g	0.95 〃	1.5 〃	10.10 〃	2.4 〃	2.6 〃
0.2 〃	1.4 〃	2.2 〃	3.8 〃	6.0 〃	8.2 〃	9.6 〃	10.2 〃
0.4 〃	5.4 〃	8.6 〃	15.0 〃	23.8 〃	32.4 〃	38.3 〃	40.8 〃
0.6 〃	1.2 〃	19.4 〃	33.6 〃	51.9 〃	73.6 〃	86.7 〃	91.8 〃
0.8 〃	21.6 〃	34.5 〃	60.0 〃	95.8 〃	130.7 〃	154.2 〃	163.2 〃
1.0 〃	37.2 〃	60.6 〃	101.4 〃	161.7 〃	220.5 〃	260 〃	276 〃



第 16 図



第 17 図

現場に於ての投網方向は大体海岸線に平行である模様であるので潮流があつても投網線方向に流れるので割合抵抗は少い筈である。第 13 表に示した様に 0.2 Kt の潮が投網線方向に対し 15 度の方向から流れていた場合縦 7 目横 1 目の抵抗は 2.2 g 程度である。次に一応潮流抵抗の最大となる投網線に対して直角方向から潮が来た場合に就て検討して見る。先ず浮力に依つて垂直に立つている網に流水が当ると第 13 表に示す様な抵抗を受ける。第 17 図に示す様に最初垂直に立つている網を OA とすると、それに或る流れが当るとその流水方向に対して $\overrightarrow{OB}$ なる抵抗が生ずる。最初浮力は直上方向 $\overrightarrow{OA}$ 方向へ $\overrightarrow{OD}$ だけ働いていたのが抵抗 $\overrightarrow{OB}$ のためその合成方向 OC へ網が倒れ始める。倒れるに従つて抵抗は $\overrightarrow{OB}$ から次第に減少を始める。丁度浮力 $\overrightarrow{OD}$ と等しい抵抗 $\overrightarrow{OE}$ になる時即ち OF に網が傾斜した時初めて両者が均合つて静止する筈である。然し若し網が相当傾斜して抵抗が減少しても猶お浮力より抵抗が大なる場合は遂に網は海底は伏せる迄倒れる事になる、然らば蟹刺網はこの様に倒れて良いものかどうか、良いとすればどの位迄の傾斜が許されるかである。一応蟹が来游する方に倒れる事は傾斜角度が甚しいと余り香しい事とは思えない。

傾斜甚しい場合は潮流速も強い時であろうからそれに逆つて蟹が来るとは考えられないので一応問題ないであろう。潮流が張い場合は傾斜も少いであろうから例え逆に傾斜していても差支えないであろう。

潮流が早い時はそれにつれて来游するであろうから傾斜も順方向となり問題ないであろう。次の潮流に依つて網が傾斜するとどの様にその流れの方向の抵抗が減少するかを第 13 表、第 16 図に示した。次に計されるであろう網の傾斜を次の理由から求めて見る。蟹の脚が傾斜している網の上に突つ込んだ場合脚節の処が網糸に乗つた時脚先が海底に着ゑないためには下から 1.5 目附近が海底から 15 cm 程度離れている事が必要であろう。そのためには傾斜は作図から求めると 15 度と云う事になる。次に 15 度以上傾斜しないための浮力を決定するには先ず潮流が現場でどの位のものであるかを知る事が先決である。古老の説によると水深 100 m 程度以上になると殆んどないと見て良いとの事であるが零であれば無論この様な事を考える必要がない。投網線は大体潮流方向と大体平行に設置するが一応余裕を見て 0°〜30° の交角あるものとする今最大交角 30 度を例にとつてみると潮流速 v_1 が 30 度方向から来ていればその分である投網線に対して直角なものはその $^1/_2$ となる。故に例え 0.4 Kt の潮があつたとしても網を傾斜させるものは 0.2 Kt と云う事になる。

0.4 Kt の潮で傾斜 15 度迄許すとすればその時の抵抗は第 13 表、第 16 図から 2.2 g と云うものが拾える。従つて 1 目当りの浮力は網地の水中重量を加へて 2.2+2.4=4.6 g と云う事になる。

$$Y=(6\sim9)\times4.6\,\mathrm{g}=27.6\sim41.4\,\mathrm{g}\quad \text{となる。}$$

然し実際問題として浮子綱側と沈子綱側との縮結の差等から考へて網地そのものの「フカレ」の余裕があるのと、浮子附近の構成具合等から考えて網が単純に直線状で傾斜する事はないであろう。以上の事等と考え併せて適当と思われる浮力及び配置は

浮子 1 個の浮力　27〜42 g
〃 配置間隔　1.2〜1.5 m（浮子綱）毎に装置

ではなかろうか。

以上はほんの概略的な一考察である。

(4) 沈子に就て

一応潮流等の外力が一切加わらないものと仮定すれば沈子の 1 目当りの水中重量は次式を満足するものであれば良い事になる。

$$W\geqq y-(2.4)\cdots\cdots\cdots\cdots\text{綿糸網}$$

$$W\geqq y-(2.6)\cdots\cdots\cdots\cdots\text{クレモナ網}$$

W………沈子の網縦 7 目横目当りの水中重量
y ………浮子の網縦 7 目横 1 目当りの浮力
前述の通り 7 g とする。

沈子綱は着底して着支えなく又着底するのが理想であるから上式中には含まれない。

$$W\geqq 4.6\,\mathrm{g}\cdots\cdots\cdots\cdots\text{綿糸網}$$

$$W\geqq 4.4\,\mathrm{g}\cdots\cdots\cdots\cdots\text{クレモナ網}$$

となる。

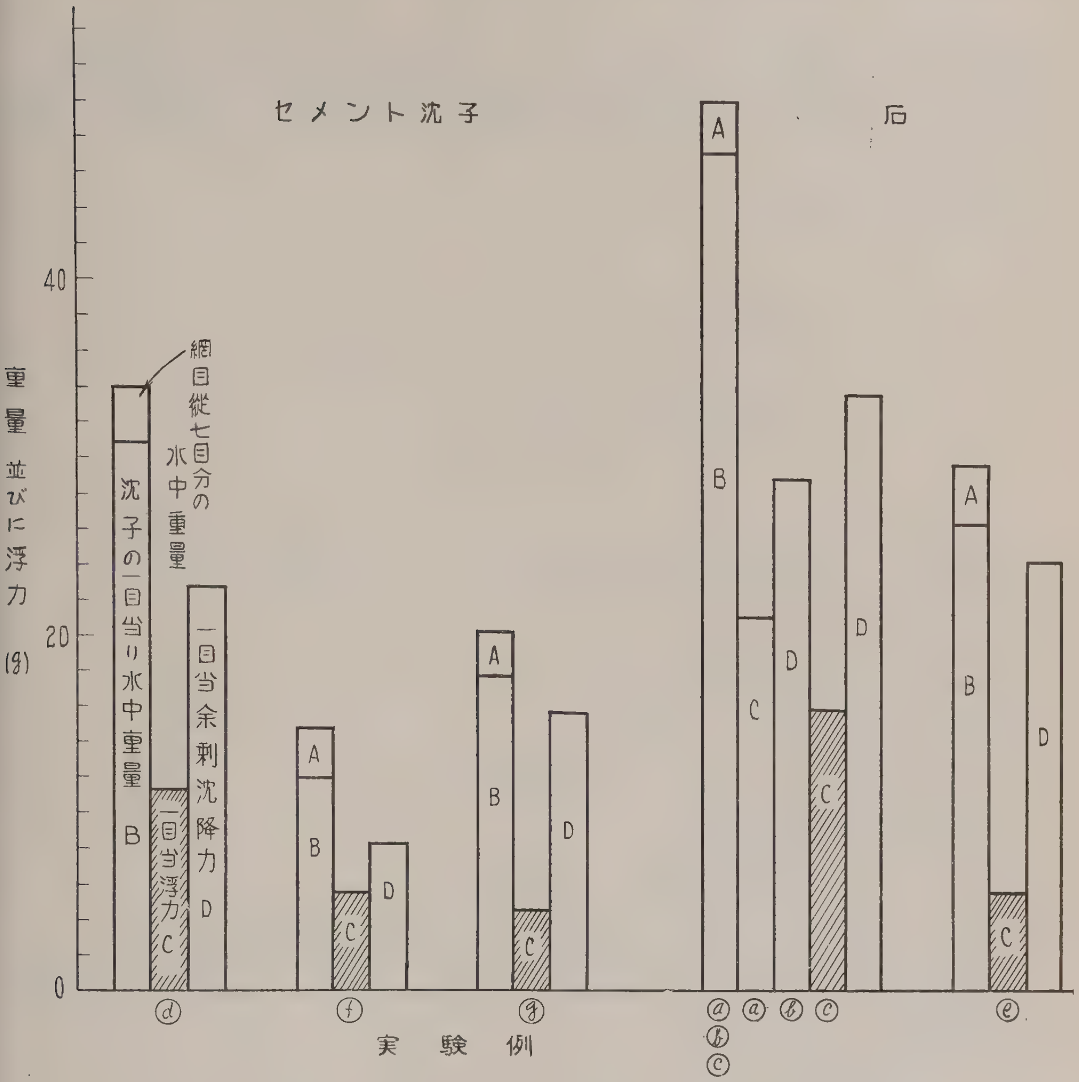
実際は潮流に応じて網及び浮子、浮子綱等の抵抗が生じるので沈子綱を海底で曳きずらせないためには最大予想潮流による抵抗に打勝つ固定力が必要である。

沈子の固定力が網漁具全体の抵抗の和より大きければ網が流される事はない。

第 18 図に示した様に現行セメント沈子では余剰沈降力は 1 目当り 9〜23 g 程度ある様である。但し是は水中重量から求めたものであるから固定力ではない。

恐らくこの様な場合静止摩擦が大部分の固定力となるであろうから実際は前記数値より大なるものとなる。特に海底が泥の様な場合は猶ほ更である。

前項で述べた様に網が直立して直角に潮流が当る場合が網の抵抗は最大である。然も一応流速を 0.4 Kt



第 18 図 実験時の浮力と沈降力との図解

程度と仮定すれば、前述の理論により 0.2 Kt が投網線に直交する流速となとなるからその時の 1 目×7 目（縦目数）分の網の受ける抵抗は 2.2 g 程度となる。然し前にも述べて来た様に直立した網も抵抗を受けると傾斜して抵抗が減少する訳であるから 2.2 g と云う抵抗は最初の瞬間にすぎない訳である。是れを最高として採用して良いであろう。

配置を 8 目に 1 個装着するとして沈子間隔は 1-5 m 程度となり沈子 1 個の水中重量は 2.2×8=17-6 g となる。

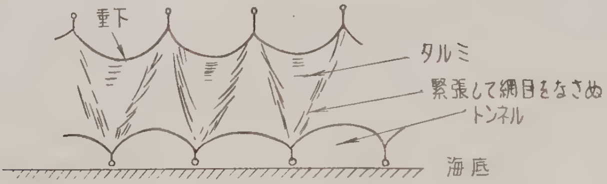
従つて大体沈子の水中重量 18×2.5=45 g 程度のものを目毎程度に装備して置けば足りるであろう。

然し実際は投網時海底に達する迄に上潮により流される事を防ぐ意味から可成りの沈子重量が必要になつて来るであろう。従つて現在の沈子総重量を可及的に細分割して装着するのが適当と考えられる。

7. 綜合結果

現在の投網時の網（投網時初めて浮子、沈子を装着する）は浮子、沈子の浮力、沈降力の過大とその配置間隔とによつて甚だ非能率なものとなし併せて投網時にそれらを装着する仕組みになつている関係上益々欠点を助長しているかに思はれる。まして投網時に網に緊張を与え得ない事と相俟つて沈子重量の過大な重点配置の欠点を更に拡大している。

即ちそれらの欠点を図示すると、



第19図 現在の漁具の欠点

次に着底時に沈子綱の沈子間隔と等しいか又は近い距離に各沈子が着底する事が望ましく又浮力は平均に網高さを保つ様な浮力の均衡化が最も重要な点と思われる。このためには次の改良が希望される。

① 浮力の適当化

1個当り浮力 27〜42 g 程度のものとする。

② 浮子配置間隔を可及的に縮少すること

上記浮力のものを 1.2〜1.5 m 間隔程度とする。

③ 沈子重量の適正化

現在程度の沈子総重量を可及的細分割して多数装着する。

④ 沈子配置間隔る可及的に縮少すること

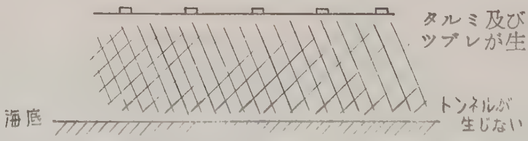
上記のものを 1.5 m 間隔程度にする。

⑤ 浮子、沈子を浮子綱、沈子綱に直結し、永久的装着法とする。

⑥ ⑤のために漁具の取扱いに支障を来さない様な浮子、沈子形状及び装着法を考案する事。

⑦ 投網時に於て網の放出速度を船速に近いものとして適当な緊張を網に与えつつ行う事。又それに可能な網の構成とする。即ち沈子綱に撚りを極力減少させる事（綱に緊張を与えた場合特に撚りのかかり方が少いもの)。

以上により設置された網は、



第20図 改良された網の状況

む す び

僅少な実験回数しか得られなかつたため数多くのデーターを採る事が出来なかつたが、一応考慮される点を観察とも合せて解析を試みた訳であつて、計算等もこの際数値に主眼を置かずその概念傾向を摑む事を主

目的としたので求められた諸計算数値に関しては更に精しい検討を加えねばならぬ点が多々ある事は予め知りつつ敢へて行つた。

今後更に模型実験及び範細な計算数値を求める事によつて改正を加えてゆく積りである。この点呉々も御断りして置く次第である。猶お本実験に関し実験所を御貸し頂き種々御高配を頂いた東京大学油壺臨海実験所富山一郎所長他所員の方々に誌上より厚く御礼を申し上げる。

100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性

(久里浜湾口における冬期の実験)

橋本　富寿　　間庭　愛信　　西 村　実

Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water (Continued)

Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura

ABSTRACT

We reported in the previous report, Technical Report of Fishing Boat No. 6, the result of the measurement for the propagation characteristics of 28 kc, 100 kc and 200 kc ultrasound in a direction horizontal to the sea surface, made in May 1954 at off Uraga Port.

We tried the measurement again on December 1954 at Kurihama Bay, and we noted 1) the seasonable difference of propagation characteristics of 28 kc and 200 kc ultrasound in a horizontal direction, 2) the propagation characteristics in a same direction for 400 kc ultrasound which was newly measured.

On the other hand, we made the measurement of propagation characteristics of 300 kc and 400 kc ultrasound in the direction vertical to the sea surface, the measurement of reflection loss for sea bottom and the detection of fish using the ultrasound of 200 kc to 400 kc.

The measuring apparatuses and method are similar to those of the previous experiment, but the apparatuses for 300 and 400 kc are newly added.

The results are as follows:

1) For attenuation constant of the horizontal propagation of 200 kc ultrasound, the measured value has no grate difference compared with that obtained in May 1954.

2) The attenuation constant of the horizontal propagation is 120 db/km for the ultrasound of 400 kc.

3) The attenuation constant of the vertical propagation is 50 db/km for 400 kc and 20 db/km for 300 kc.

4) The reflection losses of the sea-bottoms of mud and sand in the Kurihama Bay are bigger for 200 kc to 400 kc ultrasound than those of 10 kc to 100 kc. It is considered that, as the wave length of ultrasound is in the order of several millimeters, the reflection loss is influenced by roughness of the sea bottoms and differs by the states of the sea-bottoms even if the kinds of their sediments are same.

5) The image of the fish body is cleary recorded by 200 kc and it can be discriminated from the sea-bottom, if it is separated by 10 cm from the bottom when the depth is 6 m.

6) The record of school of anchovy is found for the first time, using an echo-sounder of 400 kc.

まえがき

海水中におけるミリメータ波超音波の伝播特性の第1回測定は、1954年5月、東京湾口浦賀沖の海面において、100，200 kc 並びに 28 kc 超音波を使用して行い、その結果は既は発表した通りである[1]。

今回は前回の実験に引つづき、12月の久里浜湾における 200 kc 及 28 kc の水平伝播特性を測定して、前回の5月における伝播特性と比較し、更に測定周波数範囲を 400 kc まで拡げ、200，400 kc 及 28 kc の水平伝播特性を同時に測定した。

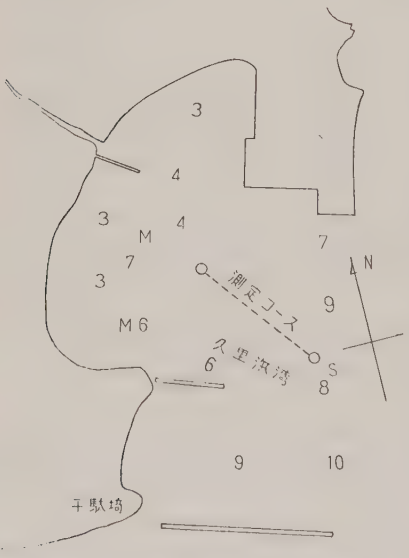
一方、300 kc，400 kc 超音波の海面に垂直方向の伝播特性を測定し、又これら mm 波を使用した場合の海底反射損失の測定及魚群探知実験をも併せて行つたのでその概略を報告する。

1. 水平伝播特性の測定

今回の実験に使用した実験装置は、第1回測定のときに使用したものと同じで、300 kc，400 kc 用送受信機及び送受波器を之に加えた。即ち、送波器及び受波器支持棒に 28 kc，200 kc 及び 400 kc の送、受波器を夫々取付け、その深度を海面より 2 m とした。

実験に用いた 200 kc の送受波器の指向特性は、漁船研究室報告第2号[2]に、400 kc の送受波器の指向特性は、漁船研究技報第6号[3]に述べてあるので省略する。

音波の受信船をブイに繋留し、送信船を櫓で漕いで移動させ、両船間の距離を変えて、単一の周波数につき種々の距離に於ける受波音圧を測定し次に周波数を変えて同じ測定を繰返した。別に海洋観測船で、測定時の海面の温度傾度の測定、プランクトンの採集、採泥に依る底質の調査、魚群の在否と海底地形及び水深の調査を行つた。測定海面は第1図に示す如くで、そこの海底地形の測深記録を第2図に示すが、之らから判る様に、久里浜湾内の実験実施海面の水深は約 7〜8 m で、底質は砂及び泥であつた。又植物性プランクトンが多く、大部分はダイアトムであつた*。



第 1 図　水平方向伝播実験海面

超音波の水平伝播距離と、受信音圧のマーヂンとの関係を示すと、第3図の如くになり、理論球面拡散曲線と各周波数についての減衰曲線とより吸収減衰を求めると、第4図の如くなる。従つて各周波数に就ての減衰定数は、第1表に示す如くであり、28，200 kc の場合には、前回の実験値と大差はない。又 400 kc 超音波の減衰定数は 120 db/km であつた。

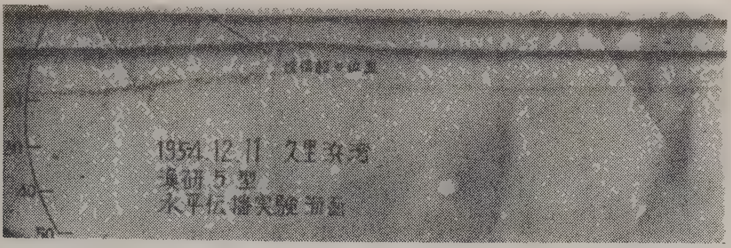
---

1) 橋本、西村、間庭 “海水中におけるミリメーター波超音波の伝播特性並びに魚群探知実験” 漁船研究技報第6号 1955年3月

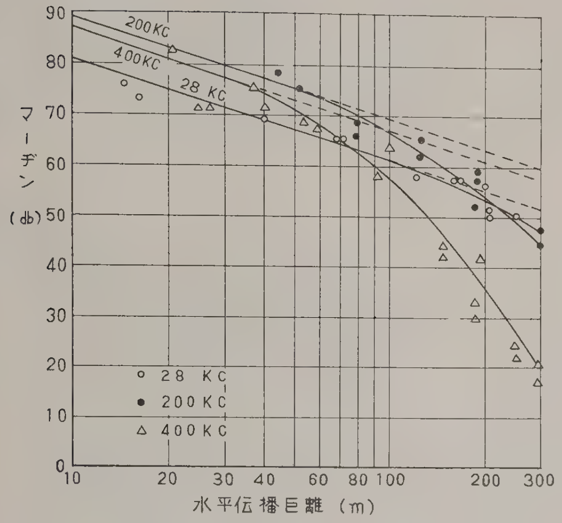
2) 漁船研究室報告 No. 2 第1編第7章

3) 橋本、西村 “音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について” 漁船研究技報第6号 p. 93.

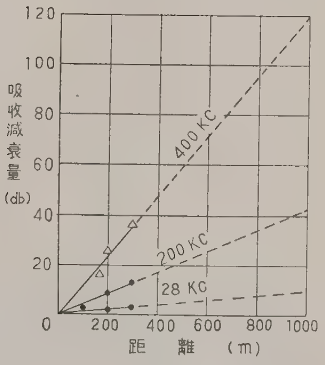
* 東京大学農学部水産学科松江研究室の分析による



第2図 水平方向伝播実験海面測深記録



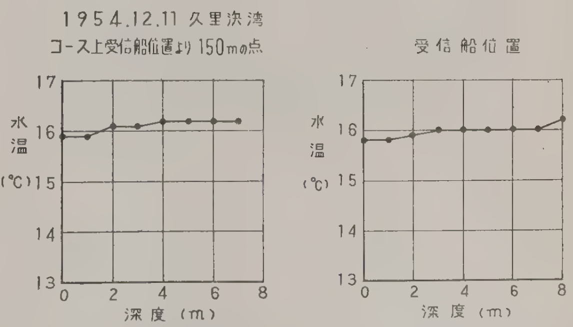
第3図 28, 200, 400 kc 水平方向伝播特性
(1954年12月11日久里浜湾内)



第4図 吸収減衰と伝播距離との関係

第 1 表

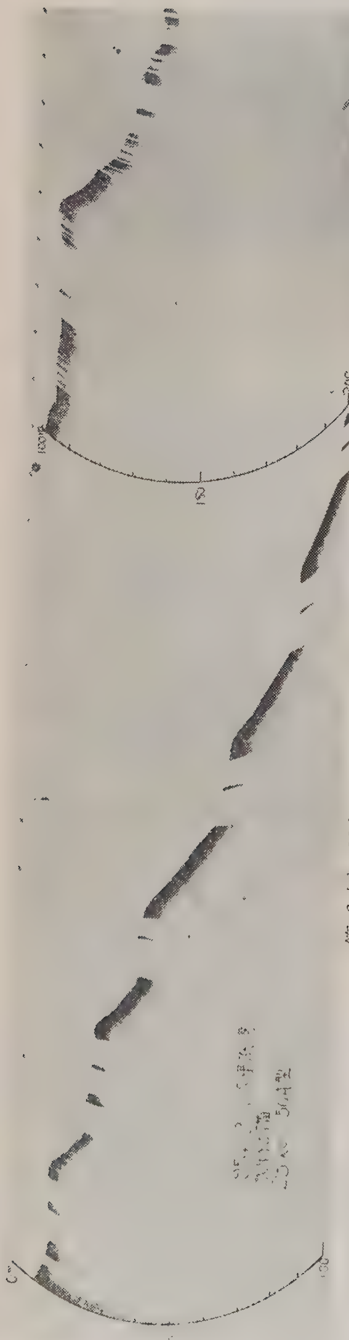
周波数 KC	減衰定数 α db/km	
	12 月	5月(第1回)
28	10	10
200	43	37〜50
400	120	—



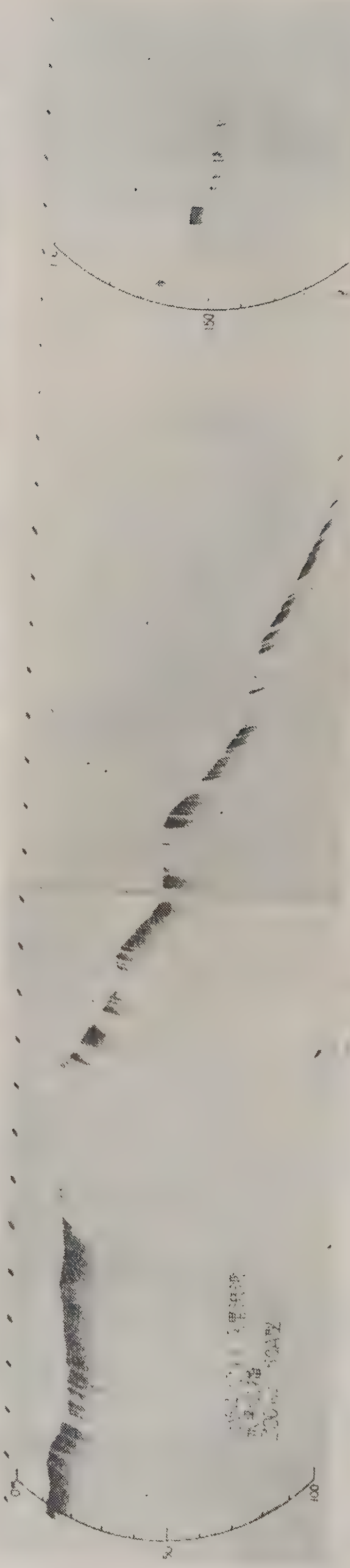
第5図 水平伝播特性実験海面に於ける深度と水温との関係

尙測定海面の温度傾度は、第5図に示す如く極めて少なかつた。

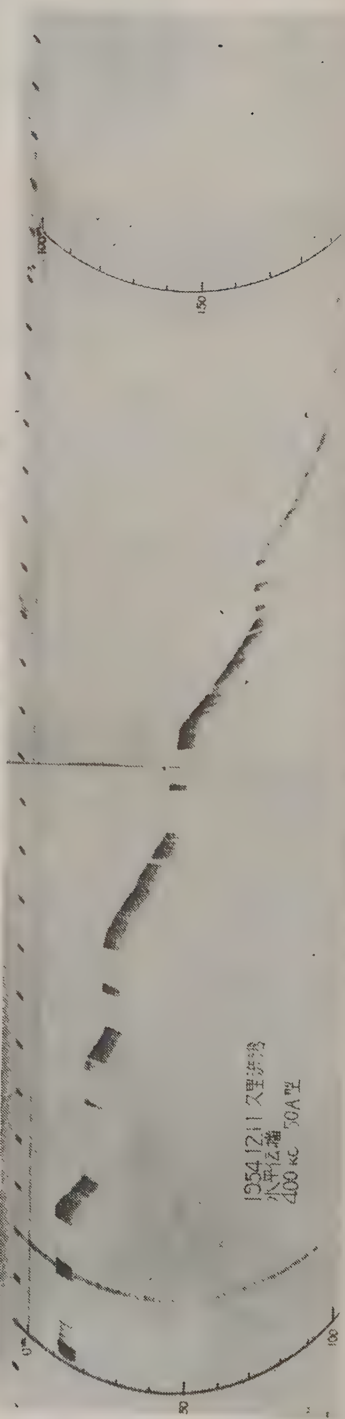
水平伝播特性測定時の受信記録を、第 6, 7, 8 図に示した。各図中受信記録が途切れているのは、マージンテストを行つた部分である。送受信船間の実際の距離は、左端にある測深目盛上の読取距離を2倍したものである。



第6図 28kc による水平伝播の測定記録

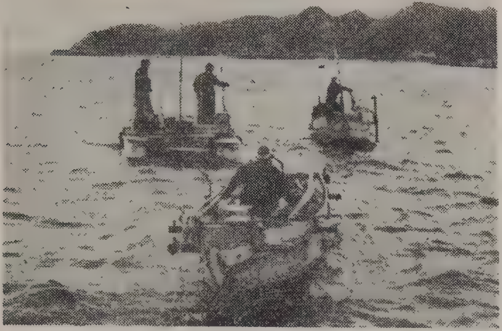


第7図 200kc による水平伝播の測定記録



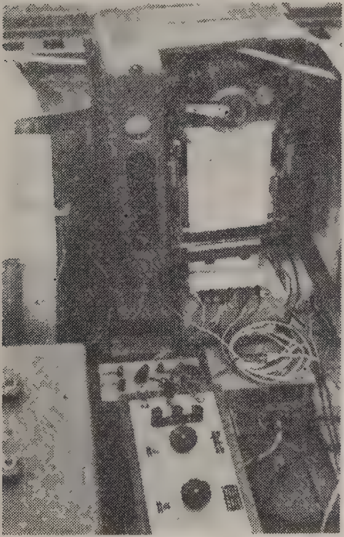
第8図 400kc による水平伝播の測定記録

本実験海面は第9図の如く、波浪階級2の程度で、実験船が小さい為、可成動揺が大きかつた。第10，11，12図は実験状況の写真である。



第9図　上左の船は受信船　上右の船は送信船
下の船は海洋観測船

第10図　海洋観測船（左）及び送信船（右）

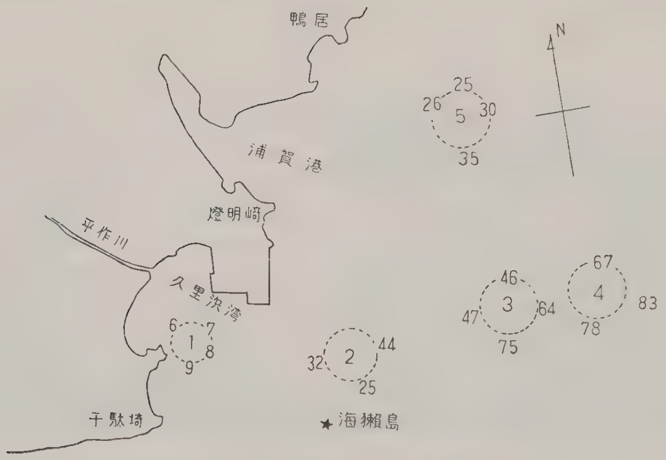


第11図　受信船上の測定装置

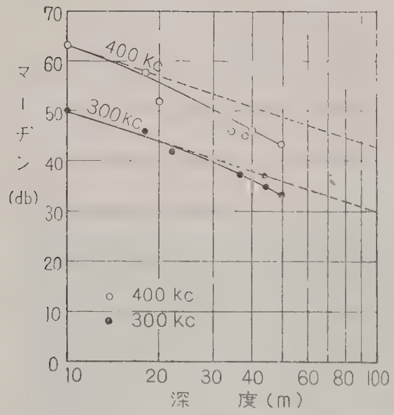
第12図　受信船上における受波器の照準

2. 垂直伝播特性の測定

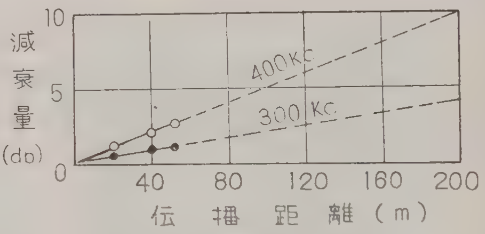
300 kc 及び 400 kc 超音波の鉛直方向への伝播特性の測定を、1954年12月7日、第13図に示すように浦賀沖の海面で行つた。図中点線の丸印は測定を行つた地点で、海底々質はいづれの場所も砂質の所であつた。測定当日、海面は波浪が高く、且実験船が小さかつたため、充分な測定を行う事が出来ず、従つてこの様な測定結果のみで論議するのは危険であるが、一応その測定結果を示せば、第14図の如くである。これより吸収減衰量を求めれば第15図の如くになり、従つて各周波数についての減衰定数は、300 kc で 20 db/km，400 kc では 50 db/km となり、前項で述べた 400 kc 超音波の水平伝播における減衰定数 120 db/km に比べれば、著しく小さい値であることが判る。


鴨居
N
25
26
5
30
35
浦賀港
燈明崎
平作川
久里浜湾
46
3
47
64
75
67
4
83
78
6
7
1
8
9
2
44
32
25
千駄埼
海獺島

第 13 図　垂直方向伝播実験海面



第 14 図　300，400 KC 鉛直方向伝播特性
(1954 年 12 月 7 日 浦賀、久里浜沖)



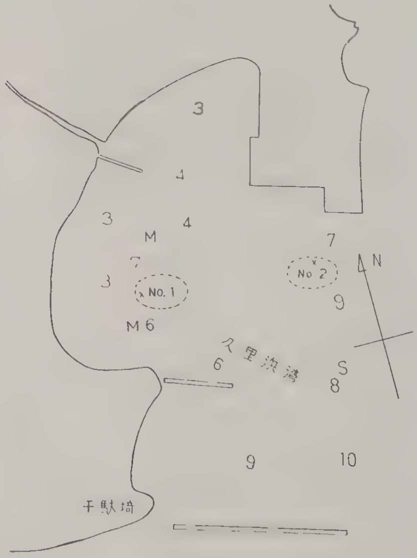
第 15 図　減衰曲線

3. 海底の反射損失

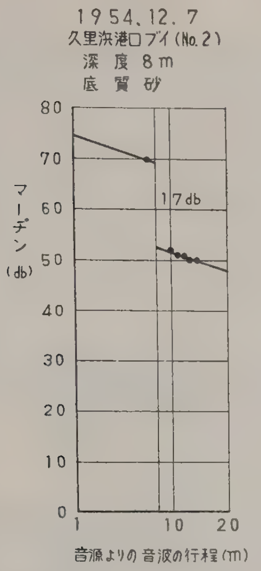
超音波の周波数が 200 kc 乃至 400 kc 程度になると、それらの波長が数 mm の程度となり、海底に於ける音波の反射を考える際には海底の粗度が問題となるので、之らの周波数に就て、久里浜湾の、底質砂、及び泥の海底の反射損失を測定した。

測定海面を示すと、第 16 図の如くで、夫々採泥して底質を調べた結果、図中の No. 1 測定点では泥 No. 2 では砂であつた。

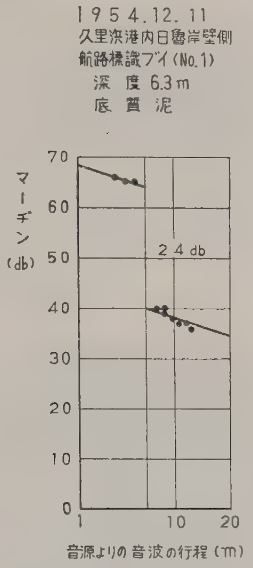
第 17，18，19 図はその測定結果で、之をまとめれば、第 2 表の如く各周波数についての海底反射損失が得られる。


3
4
3
4
M
7
7
3
No. 1
No 2
9
M 6
N
久里浜湾
6
S
8
9
10
千駄埼

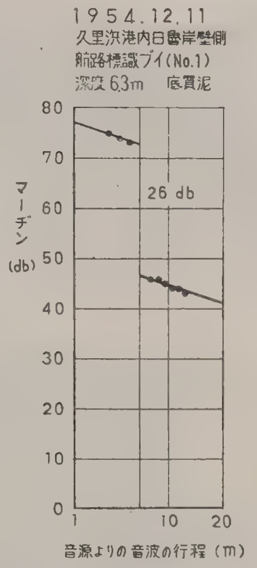
第 16 図　海底反射損失実験海面



第 17 図 300 kc による砂の海底反射損失



第 18 図 200 kc による泥の海底反射損失



第 19 図 400 kc による泥の海底反射損失

第 2 表

測定海面	底 質	周波数 kc	反射損失 db	10～50 kc 反射損失
No. 1	泥	200	24	11
〃	〃	400	26	11
No. 2	砂	300	17	7～8

超音波の周波数が 10 kc 乃至 50 kc の場合には、泥の反射損失は、11～12 db、砂の反射損失は 7～8 db であるが、それに比して 200 kc 乃至 400 kc での海底反射損失は約 3 倍大きくなつていることを指摘し得る。

4. mm 波による魚群探知実験

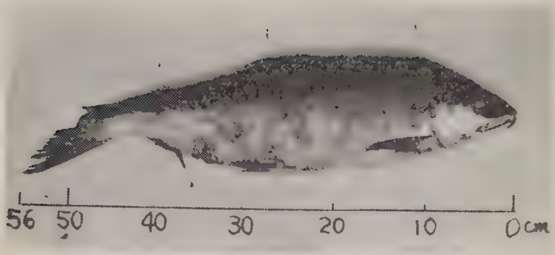
超音波の波長が数 mm 程度になると、既に述べた如く、魚体の反射損失が小さくなり$^{4)}$、逆に海底の反射損失は大きくなつて来る。又分解能も良くなり、従つて魚群、特に底魚或は単体魚の探知に高い周波数の超音波を利用しうる事が考えられたので、これらの点に関して検討するとともに、併せて、400 kc 超音波による初めての魚群探知実験を行つた。

（1） 200 kc 超音波による魚群探知実験

28 kc 及 200 kc 送受波器の直下に、全長 56 cm のサケ（第 20 図）を、背中を上にむけて吊し、更にその下 1 m の所に長さ 82 cm、直径 3.3 cm の鉄パイプを吊し、各周波数について、サケとパイプ、或はパイプと海底との分解能を測定した。使用した超音波は上述の如く 28 kc 及 200 kc のものであるが、

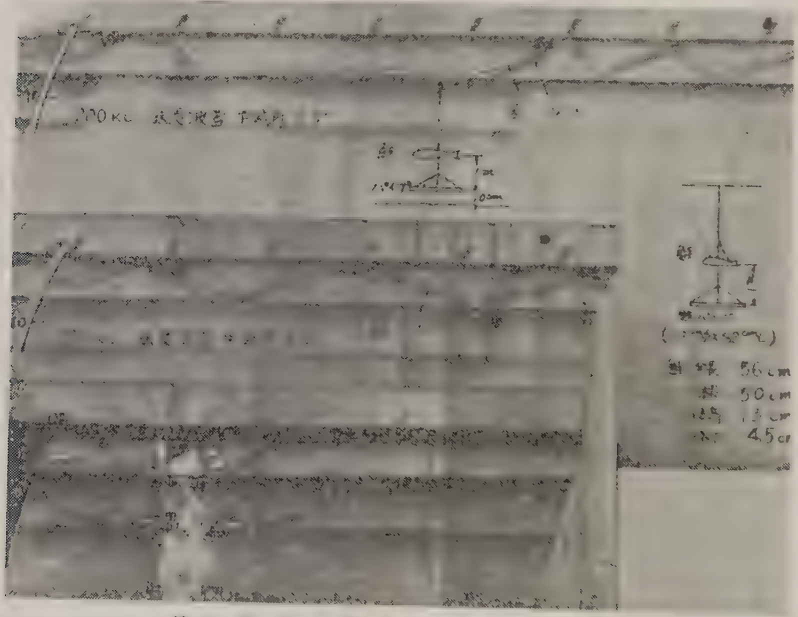
---

4) 橋本、間庭“mm 波による魚体の超音波反射損失”本報告113頁

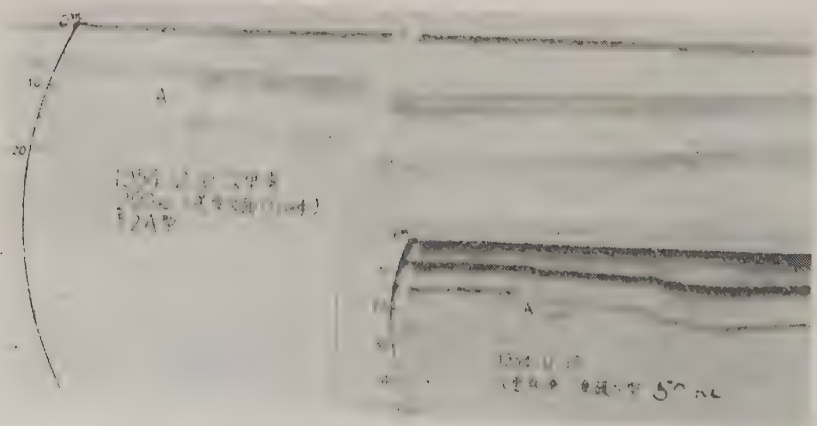


第 20 図　実験に用いた鮭

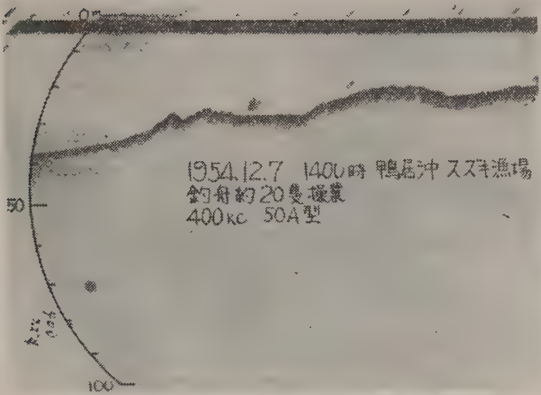
200 kc では、送受波器の半減指向角は夫々 7.5° 及 3.3° で、各周波数或は指向性を異にして得た記録を、同一の記録機の上に画かせた。第 21 図はその時の記録で、上は 200 kc、半減指向角 7.5°、中は 200 kc、半減指向角 3.3°、下は 28 kc の場合の記録であり、28 kc に比し、200 kc では、サケとパイプ、パイプと海底とが良く分離しており、パイプが海底より 10 cm 離れていれば分離される。



第 21 図 [illegible]



第 22 図　50 kc と 200 kc に依る底曳探知の比較記録



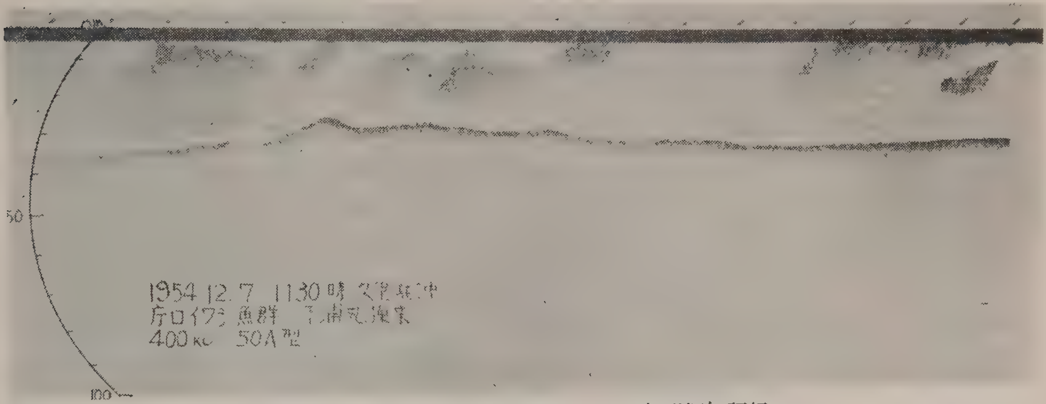
第 23 図　400 kc に依る底魚探知記録

28 kc では、200 kc の記録に比べ、海底の第 3 反射が出ている程度迄感度を上げてあるに拘らず、魚体の記録像が明瞭でない。

第 22 図は海上で実際に底魚を探知した例を示しており、上は 200 kc（送受波器半減指向角 3.3°）、下は並列して作動させた 50 kc 魚群探知機の記録である。本図では 50 kc の記録に出ていない底魚が、200 kc の記録には良く現われている。尚記録感度はいづれの周波数に対してもほぼ同じにしておいた。

（2）　400 kc 超音波に依る魚群探知実験

400 kc 超音波に依つて初めての魚群探知実験を行つた結果を第 23 図に示した。



第 24 図　400 kc に依る片ロイワシ魚群探知記録

これは、スズキ釣漁船が約 20 隻操業していた浦賀鴨居沖のスズキ漁場に於ける探知記録で、底魚が海底と明瞭に分離して記録されている。

第 24 図は、久里浜沖に於て片ロイワシ魚群を探知した記録例であり、第 25 図には本実験に使用した測定装置を示した。

第 25 図　測 定 装 置

む す び

（1）　海面に水平方向の 400 kc 超音波の伝播減衰定数は 120 db/km である。又 200 kc の場合には 43 db/km で、5 月の測定値と比べ大差はなかつた。

（2）　海面に垂直方向の 400 kc 超音波の伝播減衰定数は 50 db/km，300 kc では 20 db/km である。

（3）　久里浜湾内の底質泥及び砂の海底の 200 kc 及び 400 kc 超音波による反射損失は、10 kc 乃至 100 kc のそれに比し可成大きい。波長が数 mm 程度となるので、超音波の反射には海底の粗度が影響し、同一底質でも、海底の状況により反射損失が異るものと考えられる。

（4） 200 kc の測定機を用いれば、単体の魚をも明瞭に分離して記録する事が出来、更に海の深さが 6 m の場合には、海底と吊下したパイプの分解能は 10 cm であつた。

（5） 400 kc 超音波を初めて用いて魚群を探知した結果、明瞭な魚群記録を得る事が出来た。

波長が mm となつた場合の、魚体における超音波反射損失に関する研究

橋本富寿・間庭愛信

Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter wave

Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA

ABSTRACT

The writers reported the study on the reflection loss of ultrasonic wave on the fish body by the range of frequencies between 10 and 50 kc1).

Now the writers introduce the theoretical expression of the reflection loss on the fish body using several suppositions, when the frequency of ultrasonic wave is from 100 kc to 400 kc and its wave length is in order of mm. When ultrasonic wave comes into from the back of the fish-body, the reflection loss L_p may be

$$L_p=20\log_{10}\sqrt{\frac{\lambda}{2r}}\cdot\frac{x}{b}\cdot\frac{2}{\Delta\rho}$$

and when it comes into from the side of fish-body the reflection loss may be

$$L_p=20\log_{10}\frac{\lambda x}{s}\cdot\frac{2}{\Delta\rho}$$

Provided that

λ: the wave-length in fish-body
r: the radius of curvature of fish-body
b: the breadth of fish-body
s: the reflecting area
$\Delta\rho$: the difference of densities between fish-body and water
x: the distance from fish-body.

We made experiment on this subject and found that the theoretical values correspond very much with the experimental values.

項目

まえがき
1. 魚体反射の理論
  (1) 魚体の背部より超音波が入射する場合の反射損失
  (2) 魚体の腹部より超音波が入射する場合の反射損失
2. 魚体の反射損失の測定
  (1) 実験方法
  (2) 測定方法の吟味
  (3) 魚体の反射損失の測定結果
  (4) 実験状況
3. 実験結果の検討
むすび

まえがき

魚体の超音波反射損失に関して、10～50 kc の周波数範囲内に於ての研究を発表しておいたが1)、最近周波数が 100～400 kc となつて、波長も mm になり、波長に比し反射物体の dimension が大きくなつて来たので、かかる場合の理論式を導き、初めて 100～400 kc に就て魚体の反射損失の実験を行つて検討した。

勿論二三の仮定を設けて理論式を導いたが、実験値とよく一致するので、更に検討を加える積りであるが、ここに報告する。

1. 魚体反射の理論

（1） 魚体の背部より超音波が入射する場合の反射損失

100～400 kc の如き波長に就て考えれば、波長 λ に比し、魚体の dimension は遙かに大きくなる。

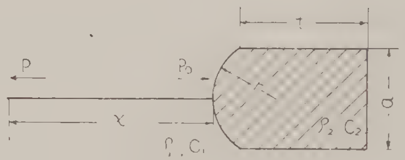
今、魚体に入射する音圧を P_0、魚体で反射し音源方向に x m だけ伝播した音波の音圧を P とする。曲率半径 r を有する完全反射体の場合は2)

$$\gamma_P=\frac{P}{P_0}=\sqrt{\frac{2r}{\lambda}}\frac{b}{x} \quad \cdots\cdots(1)$$

b: 反射物体の長さ

ここで反射物体の密度、物体中に於ける音速を夫々 ρ_2, c_2 とし、海水のそれを ρ_1, c_1 とする。

入射波が平面波で、しかも反射体の入射面が平面であり、且、巾 a、厚さ t に比し、波長 λ が極めて小さいと仮定すれば、海水と魚体との密度差に依る音圧反射率 γ_ρ は、



第 1 図

$$\gamma_\rho=\frac{\rho_1c_1-\rho_2c_2}{\rho_1c_1+\rho_2c_2} \quad \cdots\cdots(2)$$

ここで $c_1 \fallingdotseq c_2$ とおくことが出来る3) から

$$\gamma_\rho=\frac{\Delta\rho}{2} \quad \cdots\cdots(3)$$

従つて総合音圧反射率 γ は (1) 式と (3) 式より、

$$\gamma=\gamma_P\times\gamma_\rho=\sqrt{\frac{2r}{\lambda}}\frac{b}{x}\frac{\Delta\rho}{2} \quad \cdots\cdots(4)$$

反射損失　$L_P=20\log_{10}\frac{1}{\gamma}=20\log_{10}\sqrt{\frac{\lambda}{2r}}\frac{x}{b}\frac{2}{\Delta\rho} \quad \cdots\cdots(5)$

（2） 魚体の腹部より超音波が入射する場合の反射損失

魚体の腹部が平面と考えられ、且その dimension が波長 λ に比し、極めて大きい場合に就て考える。超音波の完全反射体の反射面積を s とすれば、(1) 項と同様の手段に依り次式を導くことが出来る2)。

$$\gamma_P=\frac{P}{P_0}=\frac{s}{\lambda x} \quad \cdots\cdots(6)$$

$$\gamma_\rho=\frac{\Delta\rho}{2} \quad \cdots\cdots(7)$$

---

1) 漁研技報、第 4 号、1953 年 10 月

2) 音波及び超音波の反射、音響学会誌、実吉純一、昭和 18 年 12 月

3) 魚体中に於ける超音波の伝播速度、漁研技報 3 号、1953 年

$$\gamma=\gamma_P\times\gamma_\rho=\frac{s}{\lambda x}\,\frac{\Delta\rho}{2} \qquad \cdots\cdots(8)$$

$$L_P=20\log_{10}\frac{1}{\gamma}=20\log_{10}\frac{\lambda x}{s}\,\frac{2}{\Delta\rho} \qquad \cdots\cdots(9)$$

(8) 式を見ると、魚体の反射率は、波長に逆比例する。然し魚体の形状は魚種に依り異るから、反射損失も魚種に依つて異ると考えるのが妥当である。

2. 魚体の反射損失の測定

(1) 実験方法

実験は浦賀港内の、潮流の極めて少い海面で行つた。

周波数及び振動子材質、送波器の寸法、半減指向角を第1表に示す。

第 1 表

周波数 (kc)	振動子材質	送波器の寸法 (mm)	送波器の半減指向角(度)	測定機
82	ニッケル	112×56	18 及び 36	F 50 A 型
100	チタン酸バリウム	40 φ	16	F 52 C 型
200	〃	90 φ	3.3	〃
300	〃	40 φ	5	〃
400	〃	40 φ	3.8	〃

之らの周波数に就き、マージンテスト法を用い、直接測定法[4] 及び置換法[4] に依つて、アジとマイワシの背中方向から超音波を入射した時の超音波反射損失を測定した。

(2) 測定方法の吟味

測定の精度を確める為、3寸ビン玉の反射損失を測定して、check してみる。200 kc 迄の周波数では、その反射損失は周波数には無関係に (10) 式で表され、32 db であることが判明している[4][5]。

$$\beta=20\log_{10}\frac{2d}{R} \qquad \cdots\cdots(10)$$

本実験の海面に於て、3寸ビン玉の反射損失を直接測定法に依つて、200, 300, 400 kc に就て同様測定した所、第 3, 4, 5 図に示す如く、400 kc 迄は周波数に無関係に (10) 式で表され、10 乃至 50 kc と同じく反射損失が 32 db である。従つて測定装置は 100 乃至 400 kc でも十分精度よく測定しうることが確められた。

(3) 魚体の反射損失の測定結果

使用した周波数は、100, 200, 300, 400 kc で、魚体は第2表に示す如きものを深度 4 m に吊した。この全長 15～20 cm のアジ及びマイワシに背中方向から超音波を入射したときの反射損失を、直接測定法に依つて測定した結果を第 2, 3, 4, 5 図に示す。

第 2 表　魚体の寸度

魚種	アジ	マイワシ
全長 (cm)	15	19.4
体長 (cm)	12.6	16.6
体高 (cm)	3.2	3.4
体幅 (cm)	1.8	2.3
反射面積 (cm²)	17.8	26.3

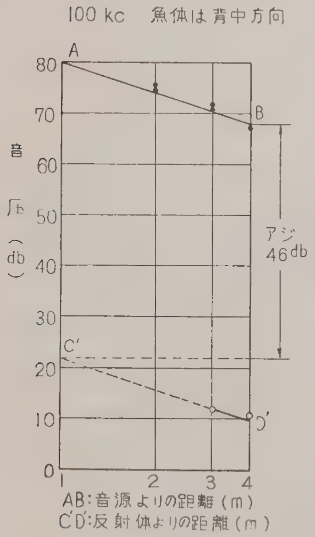
---

4) 海面に垂直方向の超音波の伝播特性 (1)、橋本富寿、昭和 28 年 10 月 1 日

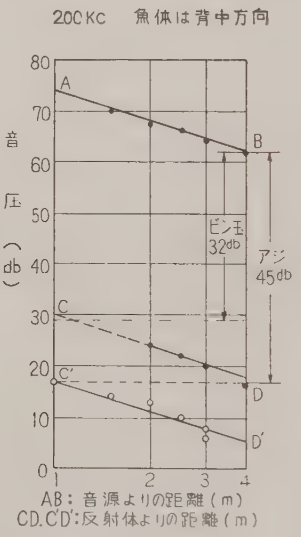
5) 海面の垂直方向の超音波の伝播特性 (2)、水産庁、橋本富寿、昭和 29 年 6 月 1 日

又３寸ビン玉を標準置換体とし、置換法に依つて、第２表の魚体の反射損失を測定し、前述の直接測定法の結果と比較すれば、第３，４表に示す如き値となり両者がよく一致している。

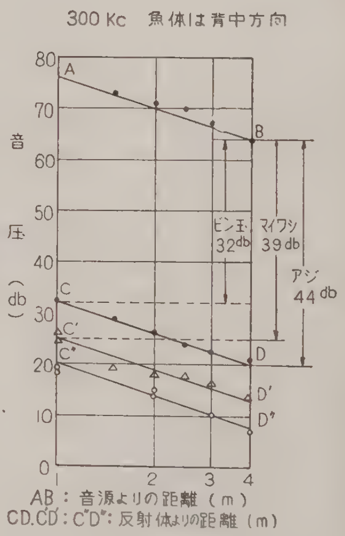
100～400 kc の周波数の測定結果を第６図に一括して示す。この第６図で判る如く魚体の反射率は、大体 $\sqrt{\lambda}$ に逆比例をする傾向が認められる。



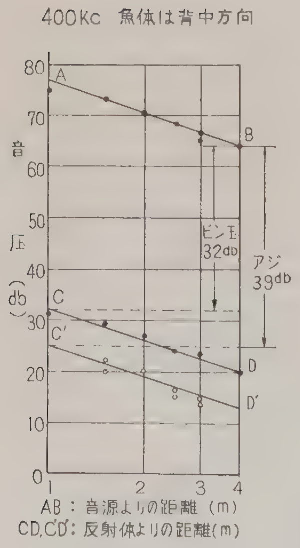
第２図



第３図



第４図



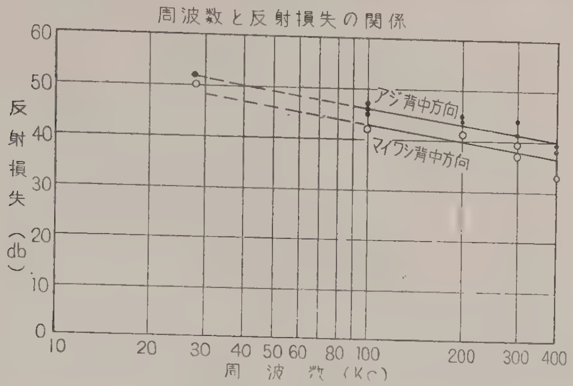
第５図

第３表　アジ背中方向

周波数 (kc)	28	100	200	300	400
反射体深度 (m)	4	3.5	2	2	2
魚体の反射損失 (db)	52	45～47	44	41	38～39
直接測定法による魚体の反射損失 (db)		46	45	44	39

第４表　マイワシ背中方向

周波数 (kc)	28	100	200	300	400
反射体深度 (m)	4	2.5	2.5	2.5	2.5
魚体の反射損失 (db)	50	42	41	37	33
直接測定法による魚体の反射損失 (db)				39	

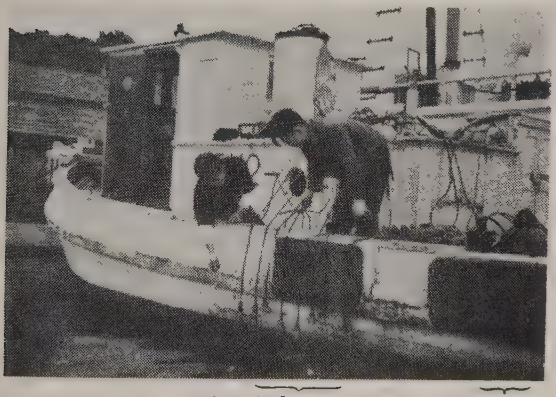


第　6　図

（4）実験状況

実験状況を写真 1～2 に示す。

写真 1 は各周波数の送受波器を実験艇の舷側に吊す状態、写真 2 は 3 寸ビン玉及び魚体を吊す状態を示す。


100～400 kc チタン酸バリウム送受波器
28 kc 磁歪振動子

写　真　1

写　真　2

3.　実験結果の検討

(5) 式を用いて、$\varDelta\rho=0.06$, $b=15\,\mathrm{cm}$, $2r=2.3\,\mathrm{cm}$ として第 2 表のマイワシに就て計算すれば、第 5 表如くなる。

第 6 表は (9) 式を用いて同一魚体で背部より超音波を入射した場合に就て計算を行つたものである。

第 5 表、第 6 表を比較すれば明かな如く、第 5 表の方が 100～400 kc では計算値と実測値がよく一致しいる。

第 5 表

周波数（kc）	28	100	200	400
(5) 式による計算値 (db)	48	43	41	37
置換法による実測値 (db)	50	42	41	36

第 6 表

周波数（kc）	28	100	200	400
(9) 式による計算値 (db)	55	46	40	34
置換法による実測値 (db)	50	42	41	36

む す び

以上の結果を要約して示すと次の如くなる。

（1） 超音波の波長が短くなり、100～400 kc の如く mm 波になると魚体の背部より超音波を入射した場合の超音波の反射損失は次式で示される。

$$L_P = 20\log_{10}\sqrt{\frac{\lambda}{2r}}\,\frac{x}{b}\,\frac{2}{\Delta\rho} \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

腹部より超音波を入射した場合は

$$L_P = 20\log_{10}\frac{\lambda x}{s}\,\frac{2}{\Delta\rho} \cdots\cdots\cdots\cdots (9)$$

魚体背部より超音波を入射した場合の魚体反射損失を実海面で実測すると、計算値と実測値とが略々一致する。

腹部より超音波を入射した場合に就ては更に検討する予定である。

（2） 魚体の超音波入射方向、波長と魚体の大きさに依つて反射損失は異るから、更に魚種を変えて実験することが必要である。

200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験

橋本 富寿　菊池 喜充　西村 実　間庭 愛信

Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test

Tomiju Hashimoto, Yoshimitsu Kikuchi, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

Study has been made in these several years, for the applications of PPI system SONAR to the fisheries and we have already published some papers on the study of SONAR of 50 kc ultrasound with all direction indicating PPI scope. We could not, however, install such an apparatus on a small fishing-boat for instance 5 Gross Tons, because of the big size and heavy weight (the weight of trasducer was about 160 kg).

We have then projected an apparatus using 200 kc ultrasound make a small transducer, as well as to get better reflection on the fish body than by 50 kc.

This paper shows the results of the experiments obtained on the sea, after finishing laboratory test on the design of the electric circuit and the other technical points.

The characteristics of the apparatus are as follows;

1) Frequency: 200 kc
2) Diameter of screen of cathode ray tube: 120 mm
3) Detecting range: 150 and 300 m
4) Number of sound transmission: 5 times per second and 2.5 times per second.
5) Scanning speed of transducer: 18 sec for 180° scanning rotation.
6) The range of dip angle: 0°—90°

The followings were obtained from the experiment:

1) Detection of a buoy at the port and its indication on PPI record: (Fig. 5 page 122)
2) Detection of a break werer in the port and its indication on PPI record: (Fig. 6 page 123)
3) Detection of fish school found during navigation: (Fig. 8 page 124)
4) The PPI record of moving fish schools: (Fig. 9 page 125)
5) PPI record of purse-seine and the fish school in it.: (Fig. 13 page 126)
6) Measurement of buckground noise.
7) SONAR with recording paper indication.
8) PPI record of a set net.

By the results of several experiments, we have had a conclusion that this SONAR of 200 kc may be useful for fisheries as the dimension of the ultrasonic transducer is much smaller (weight of a 200 kc transducer is 25 kg) than that of 50 kc and, we can install all the apparatuses into a little fishing boat such as below 5 Gross Tons.

We also believe that we can make a new type apparatus for the research of fish school in the fishing net or the shape of set nets. In addition, the swimming area of fish school may be easily studied by using the echo-sounder and SONAR at one time.

まえがき

PPI 方式ソーナーの実現を計るため、筆者等は数年来種々研究を行つて来た。50 kc の超音波を用いた全方向表示式のものについては既に発表した如く、精密表示のもの(1)、簡易型のもの(2)(3) についてある程度の成功を収めた。なお、それ等の報告に於ては、PPI 方式に於ける種々のエコー像の現われ方について検討し、設計上予定したとほぼ同じ像が海上実験に於て得られることを確め、魚群の像、他船航跡の像、定置網の像など、漁業用ソーナーとしての基本的な二、三の場合について発表してある(2)(3)。又、移動目標の現われ方などについても実験結果を述べ、傾斜海底の最大傾斜方向の判定などに極めて便利であることなどにも言及してある。それ等の実験は 50 kc で行つたものであるが、他の周波数を用いるとしても伝播減衰及び反射能の問題以外は変らないものと考えてよい。

そこで、送受波器の寸法を小さくして装備を簡易化する目的で更に高い周波数を用いることを計画し、先ず実海面に於て 100，200，300，400 kc の超音波の水平伝播減衰定数を測定し(4)(5)、又、魚体の反射率について研究(6)を行つた。結果は既に発表した如く、減衰定数は 100 kc にて 30 db/km の程度、200 kc にて 30～43 db/km の程度 400 kc にて 120 db/km の程度であり、一方魚体の反射率は波長と魚体の寸法とに関係があるので一概にはいえないが概して周波数が高くなる程良くなるということが判つた。この伝播減衰と反射率とを合せて考えれば、250 m 以内の水平ソーナーは同一出力を基準にして比較するとすれば、200 kc 程度の超音波を用いる方が 50 kc を用いるより強いエコーが得られる筈であるということなどが判明して来た(4)。

そのような次第により、漁業用 200 kc 水平ソーナーの試作に取りかかり、種々設計検討の結果、次項で述べる如き方式のものがまとまり、数回の海上実験の結果、ほぼ所期の魚群の存在範囲が容易に判り垂直魚探より時間的に魚群を早く発見しうることを確めることが出来た。本編では実海面に於ける 200 kc 水平ソーナーによる魚群探知並に定置網に対する主要な結果について述べる。基本的な PPI 像は前の 50 kc ソーナーと殆んど同様であつたからここには述べない。

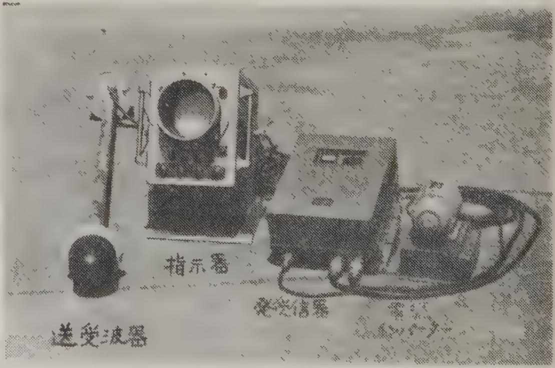
1. 試作装置の概要

(1) 方 式・原 理

この試作装置の方式は約 ±3° の指向角を以て 200 kc の超音波インパルスを水平方向に送受し、その方位を時々刻々変化させ、自船を中心とする半径 300 m 以内の海域に存在する魚群或は其の他の物体をブラウン管の上に平面図としていることが出来る装置である。

(2) 試作機の構成

送受波器は、第 1 図の左端の如く、極めて小型で軽量なものにまとめた。全長約250m、重量約 25 kg、最大径 20 cm である。下部先端の小ドームは超音波透過の良好なゴムであつてヒマシ油が充填してあり、その中でチタン酸バリウム磁器製の 200 kc 振動子が廻る。上部先端のケースの中にはその振動子廻転用モーター 2 個及び各種の歯車類がある。支持パイプは固定であつて、その内部に廻転シャフトがある。この支持パイプを舷側或は船底に固定する。今回の実験は後述の写真に示す如く小さい漁船の舷側に取付けて行つ



第 1 図 200 kc 簡易水平ソーナー装置

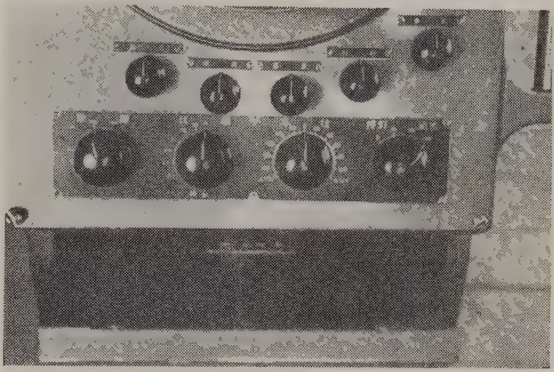
た。この送受波器を第1図に示す如き、指示器及び発受振器にケーブルを接続し、24 V の電池より約 15 A の電流を供給すれば、全装置が作動する。送受波器のモーターを制御するダイアル装置もすべてこの指示器のパネルに納められている。

（3） 操作方法

本装置のすべての操作は指示器のパネルで行うことが出来る。ダイアル類は第2図に示す如くで、主なる操作ダイアルは大型のもの4個だけである。先ず右端から説明すると、これは

i) 「掃引角度」ダイアルであつて、0° 45° 90° 180° の切換になつている。その角度だけ送受波器が自動的に反覆掃引する。掃引角度は種々の設計上の条件から毎秒 10° にしてあるから、180° を一回掃引するのに 18 秒を要するが、目的物の像をとらえて後に「掃引角度」ダイアルを 45° にすれば 4.5 秒毎に新しい像が得られることになる。これ等の掃引の中心方位は任意の方向にすることが出来るようにしてある。

ii) 「方位」ダイアルがこれであつて「左120°」より「右120°」までの目盛がある。ダイアルを任意の目盛に置けば、その方位を中心にして前記の掃引角度だけ自動的に掃引を反覆する。（この場合掃引角度ダイアルを 0° に置けばその方位で止つている）。指示器のブラウン管の中心は自船位置に相当し、上記の掃引方位と同期した方位に電子光点が走るようになつているのは勿論である。



第2図 制御ダイアル

iii) 次に右より第3番目は「伏角」ダイアルである。これは送受波指向性軸に水平方向から垂直方向まで任意の伏角を与えるためのもので、例えば「伏角」ダイアルを 15° とすれば、送受波器の上部ケース内の伏角制御モーターが働いて、振動子を 15° だけ下方に傾けてモーターが止る。それとは無関係に廻転制御モーターが廻ることが出来るから、指向性は水面より下へ 15° の伏角を保ちつつ各方位の掃引をすることになる。深度の深い魚群探知に用い、又、海面の波浪が乱反射像となつて邪魔になる時に用いるダイアルである。

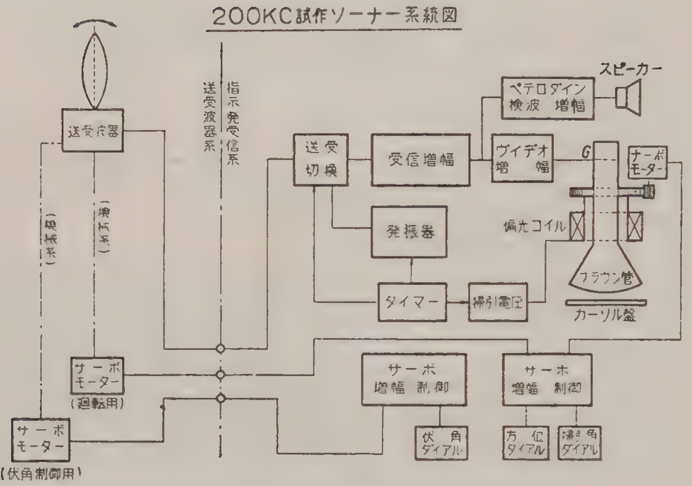
iv) 次の「距離（レインヂ）」ダイアルは 150 m と 300 m の切換目盛になつていて、ブラウン管の全面を半径 150 m に相当させるか、300 m に相当させるかの切換を行う。これによつて発振器の発振回数を 5 回/秒と 2.5 回/秒に切換え、同時にブラウン管電子光点の半径掃引速度を切換える。

これ等4個の主ダイアルの上部にある5個の小ダイアルは、右より「感度」「抑制」「音量」「輝度」「焦点」となつているもので、「感度」ダイアルは、受信器の感度を調節する。「抑制」ダイアルは近距離のエコーを自動的に抑圧して像面を整理する。又、本試作機には試みとしてスピーカーを附加してエコーの音色を耳に聞えるようにしてあるが、「音量」ダイアルはその調節ダイアルである。

なお、ブラウン管の前に黄褐色合成樹脂のフイルター板があり、それに距離目盛（同心円）と角度目盛（半径方向線）とを彫刻し、横方向から暗視野照明（デイマーライト）で彫刻だけが見えるようになつている。

（4） 試作装置の系統図

第3図は、この試作装置の全系統を示す図で、鎖線より左が送受波器系として舷側又は船底に装備される部分であり、実線の如き電気的ケーブルの接続で船内のセツトにつながるものである。


200KC試作ソーナー系統図
送受波器
送受波器系
指示発受信系
サーボ
モーター
(廻転用)
サーボ
モーター
(伏角制御用)
送受
切換
受信増幅
ヴィデオ
増幅
ペテロダイン
検波 増幅
スピーカー
G
サーボ
モーター
偏光コイル
ブラウン管
カーソル盤
発振器
タイマー
掃引電圧
サーボ
増幅 制御
サーホ
増幅 制御
伏角
ダイアル
方位
ダイアル
掃引角
ダイアル

第3図 回路系統図

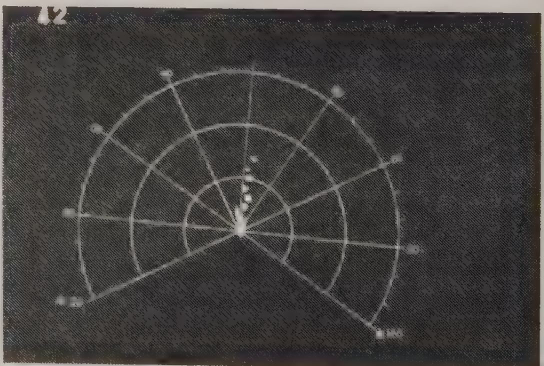
2. 実験結果

この試作装置を第4図に示す如く小型漁船に装備し、昭和 30 年 4, 5, 6 月の3回に亘り東京湾口久里浜沖で種々の海上実験を行なつた。送受波器はこの図に見える如く舷側装備し、電気装置部分はその船上の適当な場所へ置いて実験を行う。この試作装置の基本的海上試験の模様はまえがきにも述べた如く、50 kc の前試作機と同様であるが、今回は魚群の追跡並に漁業応用試験を試みることが出来た。先ず基礎試験の内、今回の実験で試みた新しい結果の 2, 3 を挙げれば、次の如くである。

(1) 繋船ヴイ

港内にある径 2 m 位の繋船ヴイへ向けて実験船を航行させながら、ソーナーを働かせていると、感度圏内に入れば1点の光点としてヴイのエコーがあらわれ、次のスイープで前の光点残像よりに稍中心へよつて再び光点が現われる。更に船が近づくと、遂に同一ヴイが2つ並んだ光点で現われる。この現象は前論文 3) 4)で充分説明してある如く、続く2回の超音波発射の距離函数指向性特性が重なり合う感度圏内に入つたことを示す。第5図はこの現象の PPI 像を実際に写したもので、ソーナーが6回スイープする間、露出をつづけた写真である。あま

第 4 図 200 kc ソーナー実験船
(送受波器は左舷々側装備)

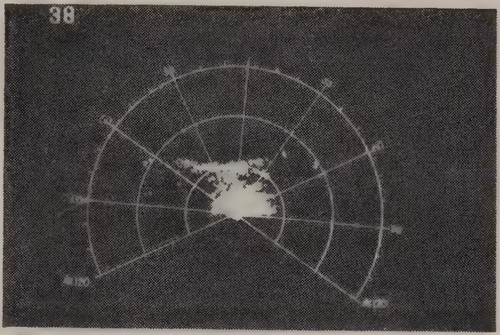


第 5 図 繋船ヴイの PPI 像 (レインヂ: 150 m, 伏角: 2°, 掃引: 45° 幅で 6 回)

り長く露出をかけられないので、1光点感度圏内は撮影してない。しかしこの写真に現われている第2回目のエコーは1光点のようである。フエーデイグ或は船のローリングのためかと思う。

（2） 防波堤

港外の防波堤へ向けてほぼ垂直に微速で航行しながらソーナーを見ていると、第6図の如きものが得られた。広い平面が平面らしく直線で現われている。50 kc に於ける前の実験ではこれが少々内へ曲つた曲線になる傾向がありその理由は前論文で図解して説明した通りである。200 kc と 50 kc に於けるこの相異は恐らく両周波数に於ける超音波の反射率の差異とビーム角の差異とが関連しているものと考えられる。即ち 200 kc では岸壁への斜入射ビームが反射法則通りの反射をするほかに、50 kc に比して波長が短いため防波堤表面の乱反射勢力が送波点方向へも充分な感度を与えることと、本装置のビーム角が前装置のそれより鋭いため防波堤面へ斜入射する方位の送受になると垂直入射成分が殆んどなくなることとにより、実形通りの PPI 像が得られたものと考えられる。

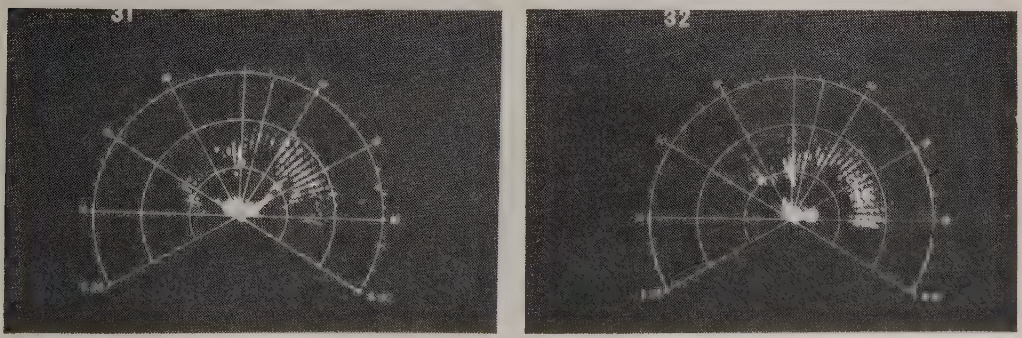


第 6 図　防波堤の PPI 像（レインヂ：150 m, 伏角：2°，掃引 180° で1回）

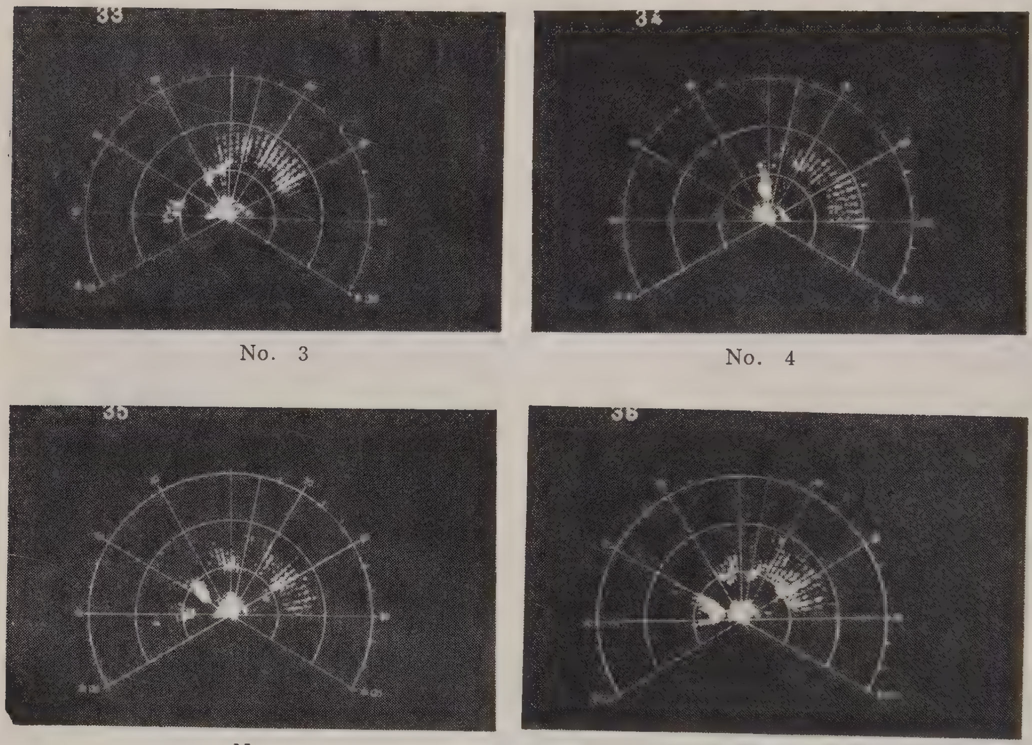
（3） 魚群の航行探知

ビームの伏角を5°～10°として数ノットの速度で海上を航行していると、多少の波浪があつても（第7図）海面の乱反射は殆んど現われないから、ブラウン管面には時々瞬間的な無定位の光点が見えるだけである。然し魚群又は他の航跡（通過して数分以内のもの）の感度圏内に入ると、それに相当する位置のブラウン管面が或る程度広い範囲に光り始める。実験船が近づいて行くとその魚群なり航跡などの全貌が現われ、スイープ毎に相互の距離が縮まる模様などがよく判る。又、魚群が游泳しながら変形して行く模様もよく判る。第8図はそのような実験の一例である。この場合はほ

第 7 図　波浪の一状況（魚群航行探知中）
註：この程度ならば海面乱反射は殆んど現われない。



No. 1　　No. 2



No. 3　No. 4

No. 5　No. 6

第8図 航行探知した魚群とその変化
(レインヂ: 300 m, 伏角: 10°, 掃引 180°)

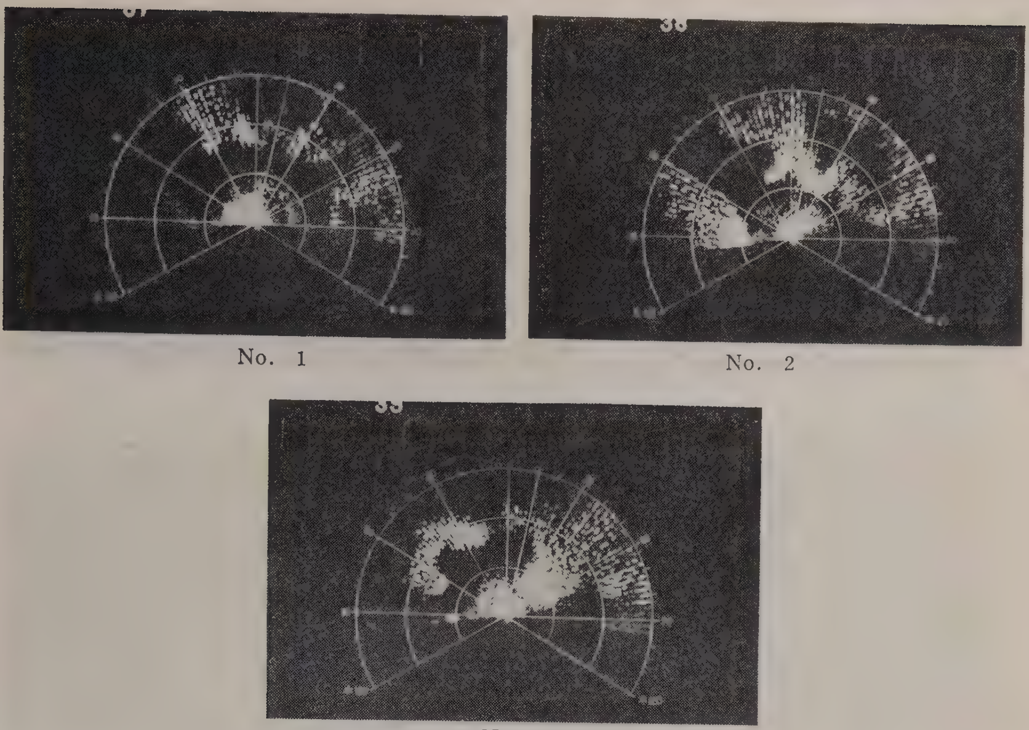
ぼ 300 m の距離でこれを発見し、距離 200 m 以後約 36 秒毎に1枚宛計6枚の写真を撮影したものである。この魚群は片口イワシの群であつた。

(4) 移動魚群の観測

自船を漂泊し、魚群の像を見ると魚群の隊形の変化並に移動の方向が観察出来る。第9図は自船漂泊中に片口イワシ群が接近した時のものである。レインジは 150 m で約 2～3 分毎に撮つた PPI 像である。魚群は隊形を変化しつつ全体として東南乃至は東南東方向へ移動しているものと考えられた場合のものである。第 10 図は同時に垂直魚探機に現われた同一魚群の記録で、前図の No. 2 図が得られた頃から魚群が自船の下を通過し始めている。この魚群の垂直分布も記録の如く相当複雑な隊形となつている。この垂直記録の右端で水深が変化しているのは PPI の No. 3 図が得られた後に船を動かしたためである。

(5) 魚群の追跡捕捉、並に網実験

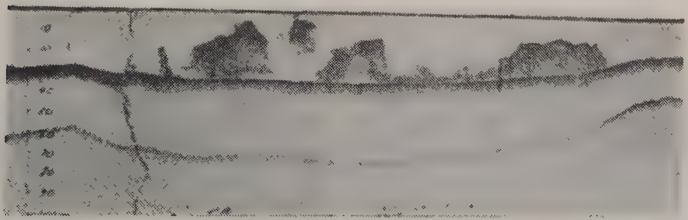
神奈川県南下浦沖に於て陸まわりイワシを追尾捕捉の上、まき網を行う。その場合の実験記録は次の如くである。魚群中心附近に於けるソーナーのブラウン管像は第 11 図の如くであり、その直後から数分間航行して得たその魚群の垂直魚探記録は第 12 図の如くである。この魚群の一部に対して二隻のあぐり船による旋網を開始し、これと同時に実験船をまき網の中心部に入れ、PPI 像を観測した。先ずほぼ円形に拡がつた網が現が現われ、その内部及び外部の一部に魚群とおぼしき濃厚なエコーが現われる (第 13 図 No. 1)。網及び魚群像は刻々その形状が変化して行く (第 13 図 No. 2, 3)。実験船は旋網完了と同時に網の羽口より外部に出たが、その時の PPI 像は第 13 図 No. 4 の如くである。中心附近の濃厚なエコーは羽口から逃げた魚群か、それともあぐり船及び自船の航跡かは判断出来なかつた。なおこの一連の PPI 像はソーナ



No. 1　No. 2

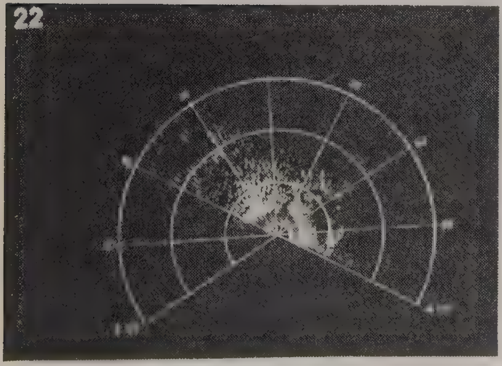
No. 3

第 9 図　魚群移動の観測（実験船は漂泊：　レインヂ：150 m，伏角：10°）

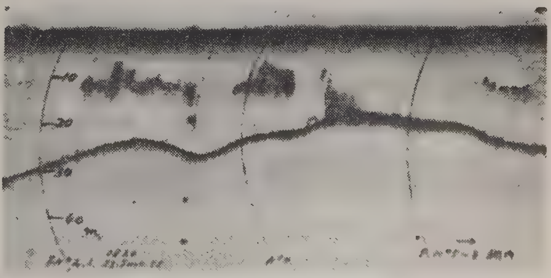


時刻　No. 2　No. 3　(第 9 図)

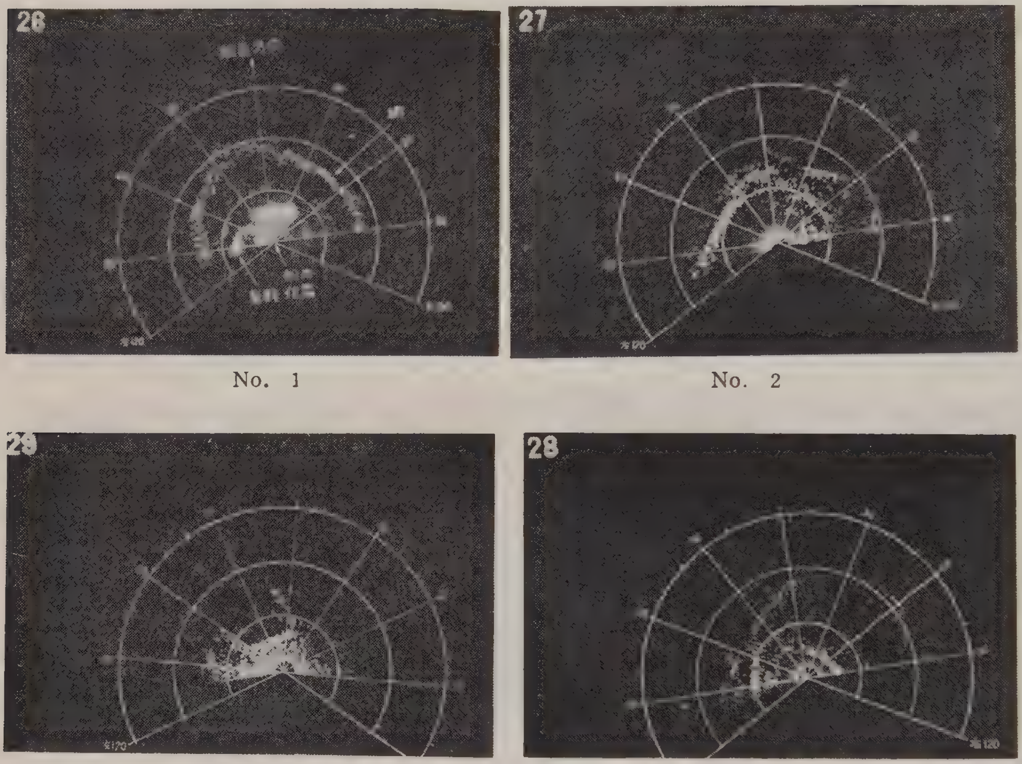
第 10 図　同時に現われた垂直魚探の記録（カタクチイワシ）



第 11 図　旋網直前の魚群



第 12 図　第 11 図と同一魚群の魚探記録

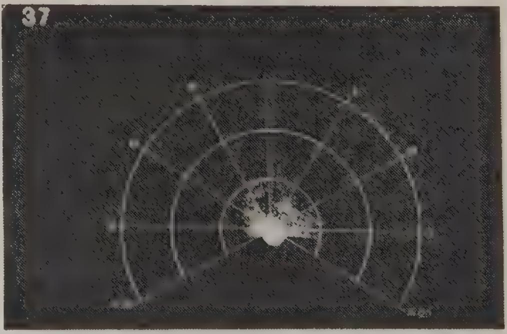


No. 1 No. 2

No. 3 No. 4

第 13 図　まき網中の PPI 像 (レインヂ: 150 m, 伏角: 8 度)
註: No. 1, 2, 3 はまき網の内部に於て、No. 4 はまき網の羽口の外において順次撮影したもの。

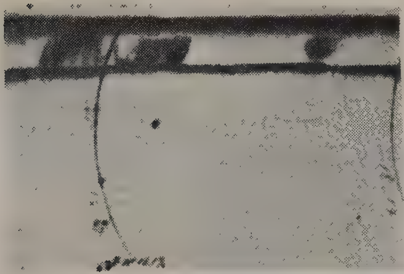
第 14 図　前図 No 4 の時刻における旋網の状況

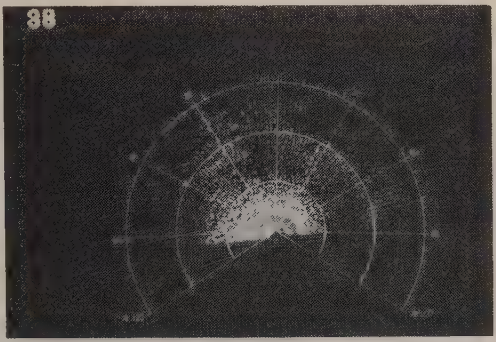


第 15 図　魚群追跡実験中の或る PPI 像 (レインヂ: 300 m, 伏角: 5°)

ーの感度を多少下げて行つたので、No. 4 図は感度が不足であり、網の遠端が現われていない。この時刻に於ける網の状況は第 14 図の如くであつた。なお、これに引き続いて魚群追跡実験を反覆して行なつた結果の 2、3 を挙げると、200～250 m の距離に於いてソーナーが魚群とおぼしい PPI 像を現わすと、自船を操舵してこれを追跡し、ソーナーが「距離極く近し」と判定するに至ると間もなく別に装備してある普通の

垂直魚探機に魚群記録がやがて現われる。即ち水平ソーナーによれば垂直魚探機より時間的に早くその在在の方向を適確に判断し得た。第 15 図はソーナーが発見した魚群（レインジ 300 m）（PPI 像の写真は撮影用意に手間どるので相当遅れた時刻のもの）第 16 図はその魚群の垂直魚探記録、第 17 図はその魚群の直上で停船した時の PPI 像（レインジ 150 m）で魚群の水平分布がよく判る。

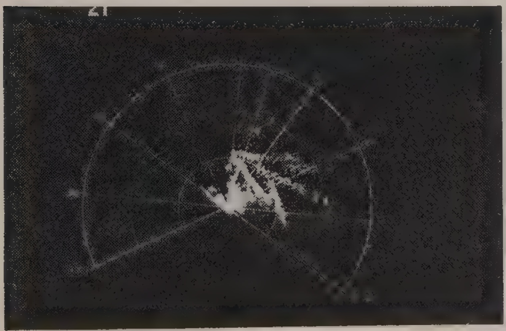

第 16 図　この魚群を垂直魚探機で確認した時の記録



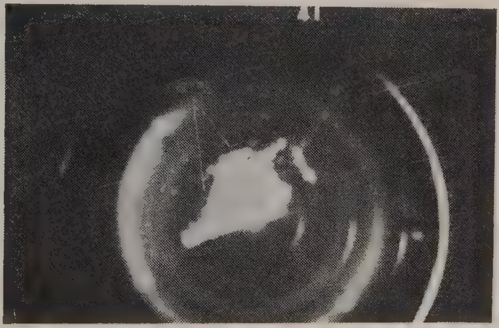
第 17 図　この魚群の水平分布像
(レインヂ: 150 m, 伏角: 5°)

（6）定置網の PPI 像

南下浦沖のアジ、サバ定置網の PPI 像をブラウン管に出してみた所、第 18 図の如きものが現われた。ソーナーの位置は定置網先端の魚どり附近である。この形状が果して或る深さに於ける網の平面形状を現わしているのか否かは、海流による網の流れなどをよく調査してみないと結論は出ないが、とに角海面に見える浮子から想像される形状とは相当異つた形状に映つて居り、ソーナーが之等網等の研究に役立つものと考える。



第 18 図　定置網の PPI 像



第 19 図　港湾形状の一描写法
(註: 最高感度で水の部分を全部光らせたもの)

（7）雑音の観測

200 kc 超音波による水平探信は本ソーナーに於て始めて行われたものであるから、このような高い周波数に於ける探信エコーと雑音の関係が未だ充分判明していないので、これに関し多くの測定を行い、本報告に於ては省略するが*、本測定中得られた特に興味のあることは、岸壁で囲まれた狭い港内でソーナーの受

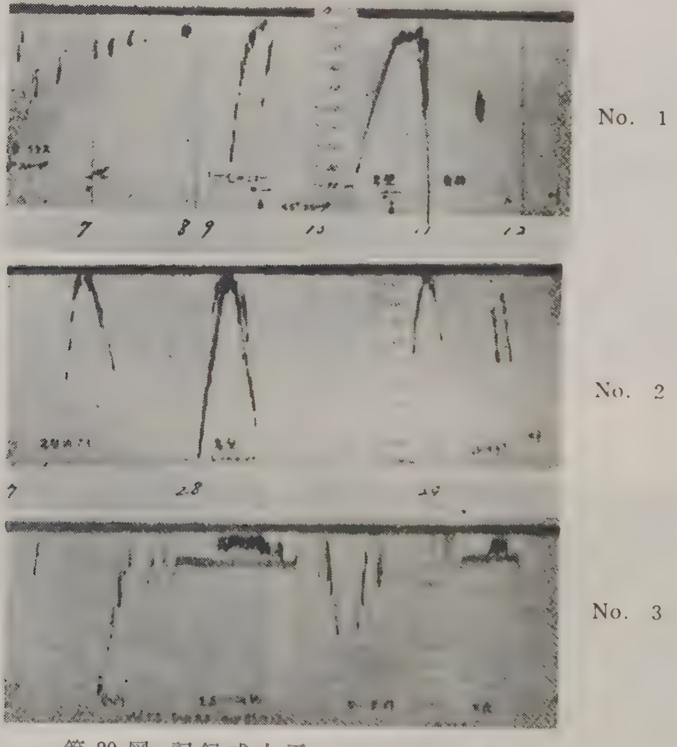
---

* 詳細は　漁船研究室プリント “200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並に海上実験” 1955 年 10 月 1 日を参照されたい。

信増巾感度をほぼ最大にして岸壁を探知すれば、岸壁輪廓内部即ち水のある部分とぴつたり一致した形状の光面が見られ、その外側即ち陸地の部分は全然光らない。港口に相当する方向は光面が漸次弱光に移行している（第19図）。感度を下げて行くと途中の水からのエコーが見えなくなり、岸壁が線で現われる。更に感度を下げると、桟橋や、チャンネル鉄で築いてあるような複雑な岸壁は消え、人造石積みの堤防が残る。

（7）　記録式水平ソーナー

以上の実験とは別に、本水平ソーナーの受信勢力を普通の記録式魚探機の記録器に接続して記録式水平ソーナーを試みた。ソーナーの発振指令を記録器の発振接点からとり、記録器の紙送りはそのままとし、ソーナーの方位スイープは記録紙の紙送り速度とは一応独立とした*。この方式は従来の記録式水平魚探(7)とは異なるものである。2、3の実験例を示すと第20図の如くで、実験7と印した部分は1回の 180° 往復スイープ完了毎に押ボタンマークを入れながらイケスを左に見て航行した時の記録である。（マークは第2回のものだけ間違つて半スイープで入つた。）紙幅は 100 m に相当し、左約 180° 方位、距離約 20 m に出たエコーは少しずつ距離を減じながら4回現われている。実験9と印した部分は繫船ヴイへ向つて航行した時のもので、ソーナーの方位が 0° となる毎にエコーが記録されている。この場合のスイープは 45° 幅である。実験 10 と印した部分は岸壁に向つて垂直に航行、スイープは 45° である。このスイープを 0° 幅、即ち船首方向へビームを固定して行うと実験 28 の如くなる。図には岸壁から遠ざかる実験も出ている。次に魚探として行つたものは実験 26 に示す如くで、自船は航行し、スイープ 45° で行つた。この記録では方位がほ



第20図　記録式水平ソーナーの実験
（写真下の数字は実験番号）

---

* 本問題については目下研究中である。

ほ 0° 附近で魚群のエコーが半スイープ毎に反覆して記録され、その距離が段々縮まつて行つた状況が現われている。魚群に近接の後、ソーナー装置の伏角ダイアルを 90° にすれば普通の垂直魚探になり、同図右半の如く普通とおりの記録が現われている。これらの実験により筆者等は記録式水平ソーナーも実用化しうるものと考える。

む　す　び

以上述べた如く、200 kc の超音波を用いた簡易水平ソーナーは所期の如く実用になることが判つた。50 kc の前試作機に比して送受波系が非常に小型に出来一人で自由に装置しうるので極めて小さい漁船にも容易に取付けることが出来た。又今回の実験で旋網中に於ける漁網の形状、網中の魚群の運動等について新しい試験機具を提供したものと信ずる。

以上の実験で判る如く垂直魚群探知機と本装置を併用することにより魚群の存在範囲を適確につかみうるということが出来よう。

擱筆するにあたり、本研究に協力された東北大学通研の清水洋氏、日本無線株式会社研究部長　中島茂氏並に望月敬治、内田六郎、藤島敬、其の他の諸氏に謝意を表する。

文　　献

(1)　菊池：電気三連合大学論文集　昭 28 年 No. 175.
(2)　橋本：漁船研究室報告第 2 号　水産庁　昭 29 年 p. 59.
(3)　橋本・菊池：東北大学電通談話会記録 23, No. 3, p. 169 (昭 30. 2.)
(4)　橋本：「海面に水平方向の超音波の伝播特性」昭 29. 6. 1. 水産庁漁研プリント p. 30.
(5)　橋本・間庭・西村：「100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性」昭 29. 12. 22. 水産庁漁研プリント
(6)　橋本・間庭：「波長が mm になつた場合の超音波魚体反射損失に関する研究」昭 29. 12. 10. 水産庁漁研プリント
(7)　中島他：「水平魚探の一方式」電気三連合大会論文集　昭和 28. 5. No. 173.

北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験

橋本富寿　間庭愛信

Experiment of Fish-finding at Fishing-ground of Salmon in the North Pacific Ocean

Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

We studied on application of ultrasonic waves at the salmon fishing-ground on the North Pacific Ocean.

The recording range of the fish-finder was 50 m, and the number of transmission of ultrosonic waves per second was quite high and both the sender and the receiver were equipped near the sea-surface along the side of the boat, consequently the fish schools were cleary recorded.

Time marks were recorded on the paper, so the movement of fish school and D.S.L. were known, and it was found that schools went up and down according to the brightness in the sea. There were many cases when some parts of schools appeared at 30 to 50 m in depth all day long and the appearance of D.S.L. was clear.

The above mentioned records were made by the frequency of 28 kc, but schools were also clearly found by 200 kc.

During of this experiment, there were many cases when ultrasonic waves were absorbed by bubbles at the bottom of the ship, so schools of salmon were not found when the sender and receiver were equipped at the bottom of the ship. Therefore, it is pointed out that to equip the fish-finder suitably is quite necessary for detection of these kinds of schools.

As the location of salmon school and their densities were clearly recorded in this experiment, it is considered that the fish finder can be applied for the fishing of this kind, though it has not been used for this fishery.

項目

まえがき
1. 実験実施船と海面の説明
2. 実験装置
3. 実験の経過
    (1) 鮭鱒漁場に於ける魚群探知実験
    (2) 増幅度を変化した場合の魚群探知記録
    (3) 記録のレインジの差及び超音波の発射回数の差による比較
    (4) 装備方法に依る魚群探知記録の比較
    (5) 周波数 200 kc による魚群探知実験
    (6) 海水の透明度と漁獲との関係
4. 実験結果
5. 状況写真
6. 謝辞

まえがき

先に筆者等は日本水産株式会社より提供された資料について解析を行い、魚群及び D.S.L の記録と漁獲について検討し、その間に密接な関係があることを指摘したが1)、表面より数十米の深度迄における魚群及び DSL の状態を明確に知つて、鮭鱒漁場における超音波の適用について研究する為、実際にアリューシャン海域の北洋鮭鱒漁場に於いて、同社宮島丸船団調査船香取丸に依つて実験を行つた。

即ち、魚群探知機の記録範囲を 50 m にし、超音波の発射回数を多くし、送受波器支持棒を舷外に保持する為、腕を出し、送受波器を深度 1.5 m に装着した。

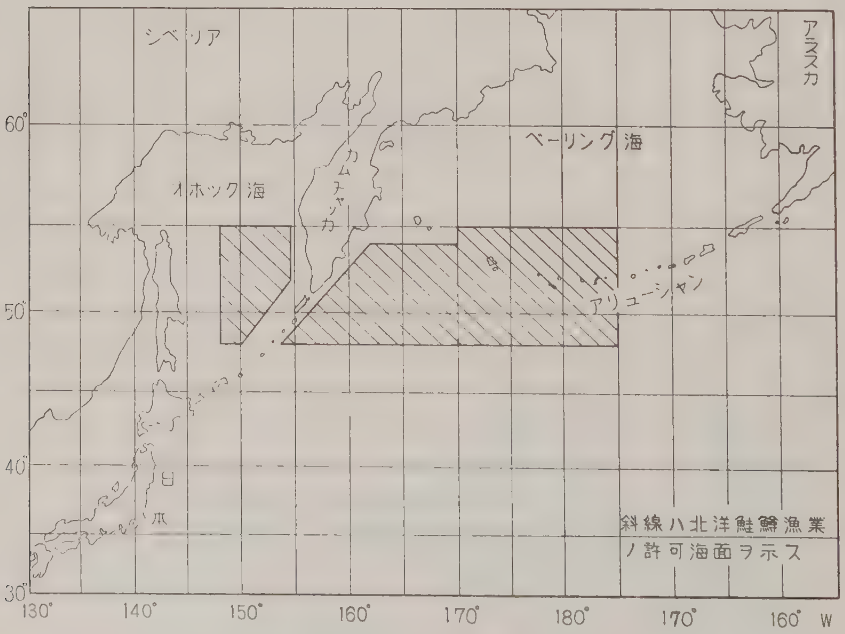
本実験は 28 kc、200 kc 等について行い、それらの実験の結果に就いて述べている。特に魚群が疎なので、魚群探知機の装備は雑音除去に注意を払う必要がある点を指摘している。

尚、魚群が海水中に於ける照度に依り昇降している傾向を認め得るが、従来魚群探知記録には時刻の記入がないのが多く、その記入がなければ余り意味がない様に考えるので、この点に就いて考慮を払つてある。之迄、鮭鱒漁業では、魚群探知機は利用されなかつたが、本実験で鮭鱒の棲息深度及び密度を明瞭に記録し得たので、今後この種の漁業に利用されるばかりでなく、漁法の改善に役立つと考えるものである。

1. 実験実施船と海面の説明

実験海面は、第1図に示す昭和 30 年度の北洋鮭鱒漁業の許可海面で、第2図は本実験実施海面の位置である。

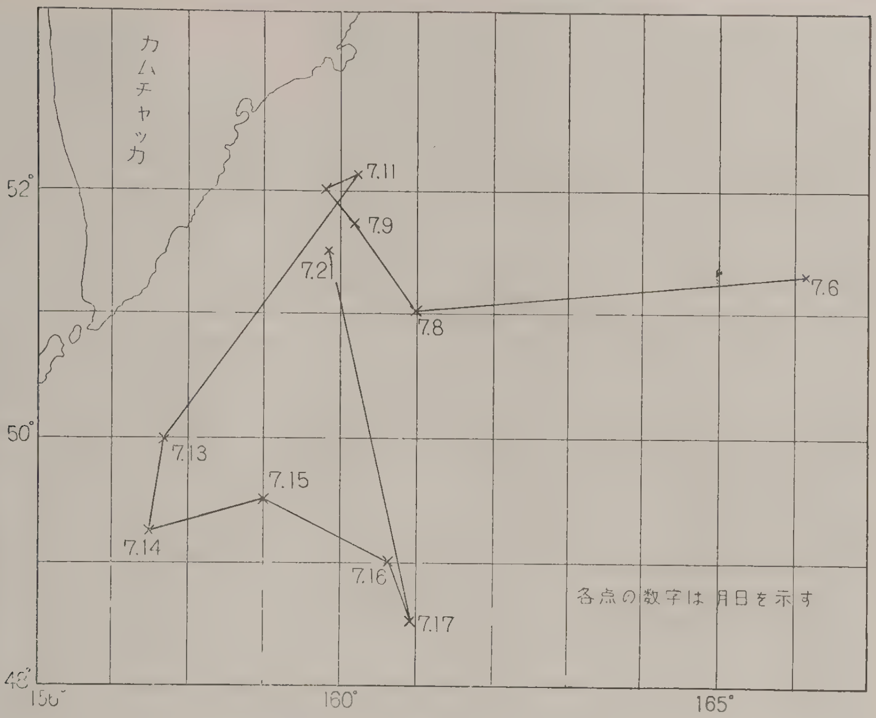
昭和30年6月17日横浜出港より、8月8日函館入港迄53日の乗船期間中7月6日より22日迄17日間に行つたものである。実験期間中は、殆ど常に波浪階級3以上で、うねりは大きく、霧又は雨が多く、風速は概ね 4～20 m/sec であつた。


シベリア
アラスカ
ベーリング海
オホック海
カムチャッカ
アリューシャン
日本
60°
50°
40°
30°
130°
140°
150°
160°
170°
180°
170°
160° W
斜線ハ北洋鮭鱒漁業
ノ許可海面ヲ示ス

第1図 北洋鮭鱒漁場

---

1) 北洋鮭鱒漁場に於ける超音波の適用に関する一考察。橋本富寿、葉室親正、間庭愛信、昭和29年12月


カムチャッカ
52°
50°
48°
155°
160°
165°
7.11
7.9
7.21
7.6
7.8
7.13
7.15
7.14
7.16
7.17
各点の数字は月日を示す

第 2 図　実験実施海面

母船式鮭鱒漁業では、調査船は 100 噸程度であるが、実際には概ね約 50 噸の木船（底曳用等）に依つて漁をする。期間は 5 月より 8 月までで、風波、うねりの大きい場合が多い。日没 1 時間前（15～16 時）より日没にかけて投網する。網の高さは大体 6～7 m で、全長 300～400 反（12～16 km）で、鮭鱒魚群が東より西に洄游するとの考えから、南北に投網する。投網後網の端で之を監視し乍ら漂泊し、翌朝 1 時 30 分頃より数時間かかつて揚網し、漁獲物を母船に運び、次の漁場に行くのである。調査船では漁獲物を塩蔵しつつ次の調査点に向う（写真 1～12 参照)。

2. 実験装置

実験船及び諸装置は次の通りである。

実験船　宮島丸船団調査船、香取丸（総噸数 106 t、速力 10Kt 手繰網漁船）
実験機械　実験に使用した機械を第 1 表に示す。

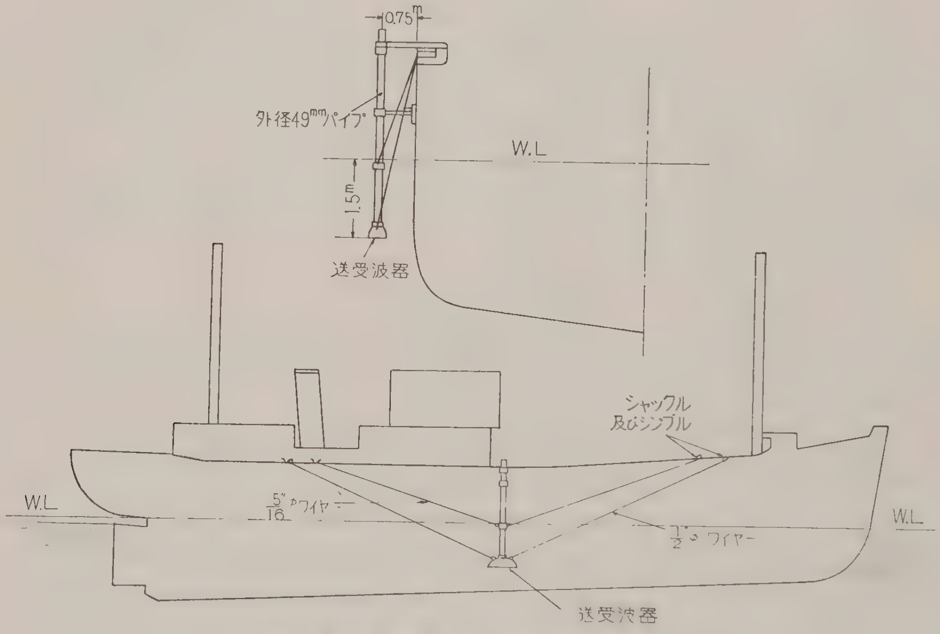
第 1 表

周波数	発振方式	記録範囲	送受波器	同寸度 (mm)	超音波発射回数 (回/分)
28 kc	真空管発振方式	50 m	ニツケル製 NA 型磁歪振動子	112×56	225
200 kc	〃	〃	チタン酸バリウム振動子	40 φ	〃
24 kc	蓄電器放電方式	100 m	AF 製 NA 型磁歪振動子	130×83	144

記録紙の送り速度は何れも 20 mm/min である。

装備

送受波器は特に製作した第3図の如き装備金具に依り、舷側に 75 cm 張出し、深度を水面下 1.5 m として、舷側装備をした。装備位置は図の如く略々船体中央右舷である。この実験船の場合、この程度の深度にしておけば、ローリングに依つて水面上に送受波器が出ることはなく、超音波の雑音及び減衰は少かつた。尙調査船は、24 kc 船底装備の魚探機を持つていた。



第3図　送受波器、装備図

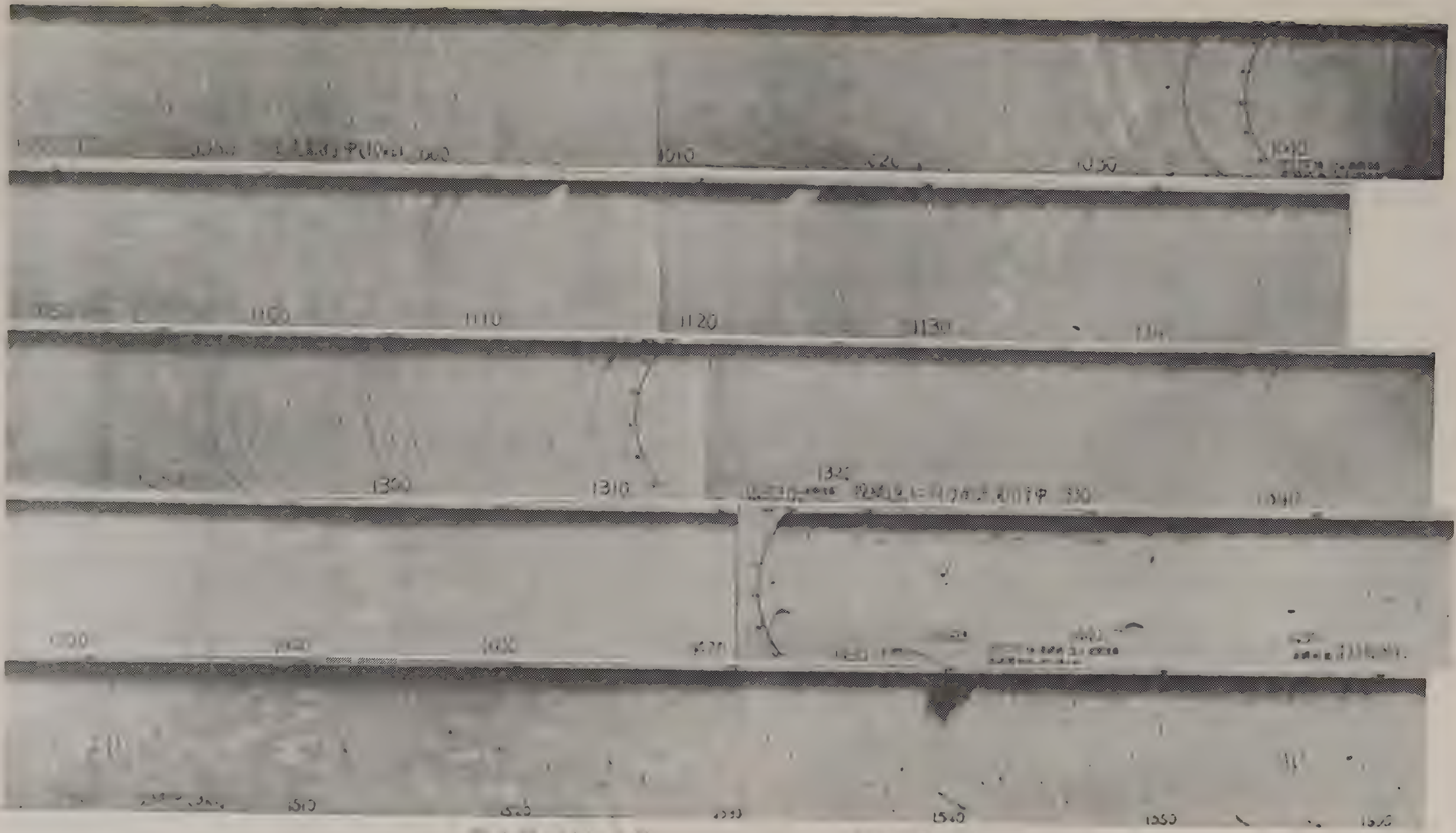
3. 実験の経過

(1) 鮭鱒漁場に於ける魚群探知実験

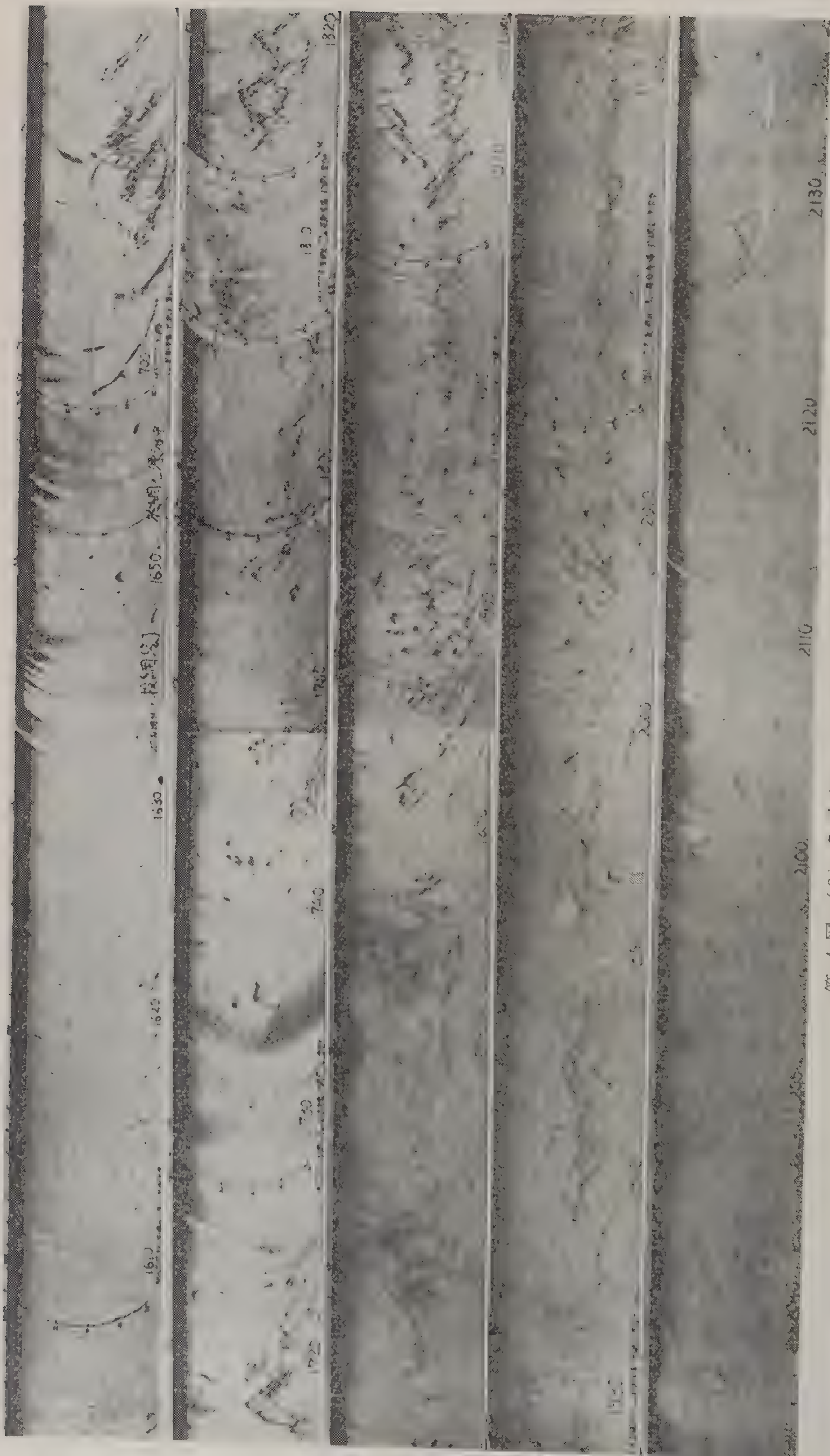
周波数 28 kc に依る一日の連続記録の2例を第4図 (p. 135～137) 及び第5図 (p. 138～140) に示す。

第4図は、7月17日より18日にかけての記録である。0940 時頃より全速 (10 Kt) で魚群探知を開始し、深度 30～40 m に魚群を探知し、1040 時頃変針により魚群が減少している。この辺りに於て 1050 時より 1300 時頃迄魚探を行つたが、魚群密度が少いので再び元の位置に戻つた。1450 時より投網を開始したが、その間浅い所にも魚群が現れた。投網後網元に於ける漂泊中、大群が出現して活発に運動しているのが現れている。その表層魚群の下限は約 60 m で、暗くなるに従つて上昇する。この季節には、1930 時に真暗になる。魚群の中で部分的に表面に上つて来るものがあるが、20～40 m の深度にも連続している。翌朝 0130 時頃より明るくなり、揚網を開始するが、魚群は下降する傾向が認められる。漁獲は第2表 (p. 141) に示す如く反当り 19.8 尾で大漁であり、鱒が多かつた。又反当り2尾のスケトーダラが別に獲れた。

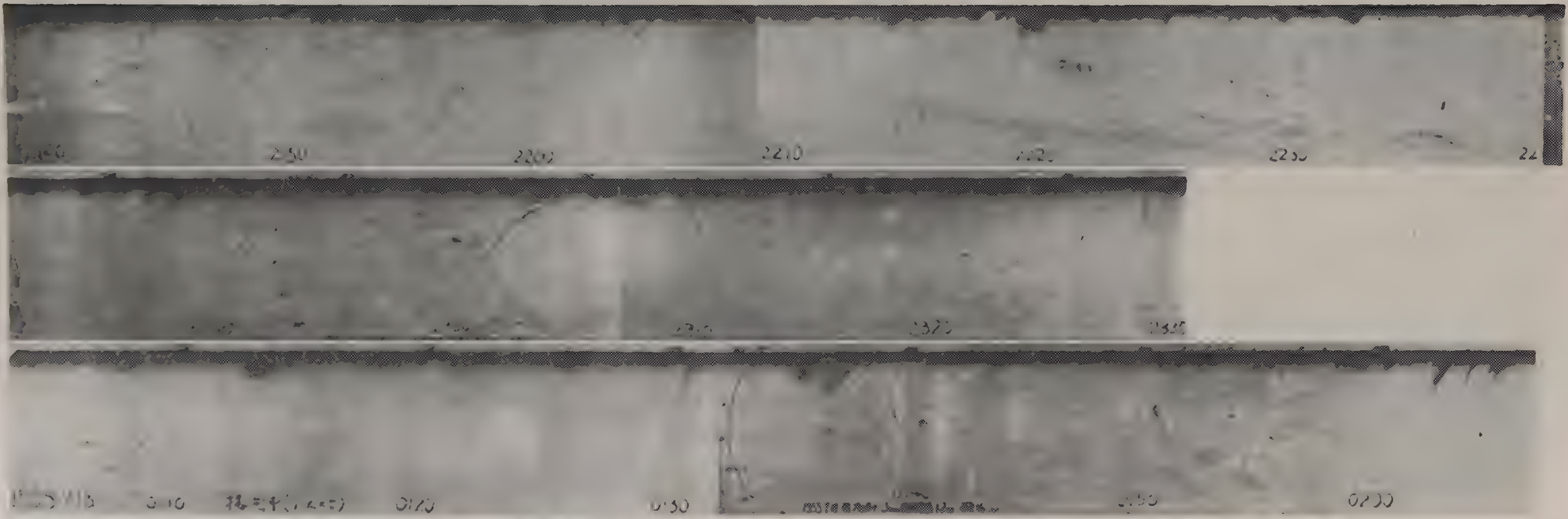
第5図は、7月14日より15日にかけての記録である。14日朝の揚網点より午後の投網点迄、約35浬移動しているが、その間 DSL が深度 20～30 m に連続して出現し、之に魚群がついて、DSL の昇降と共に昇降する状態が明瞭である。此の頃調査船は投網線を往復して魚群探知をした後に投網したが、そのコースを第6図に示す。



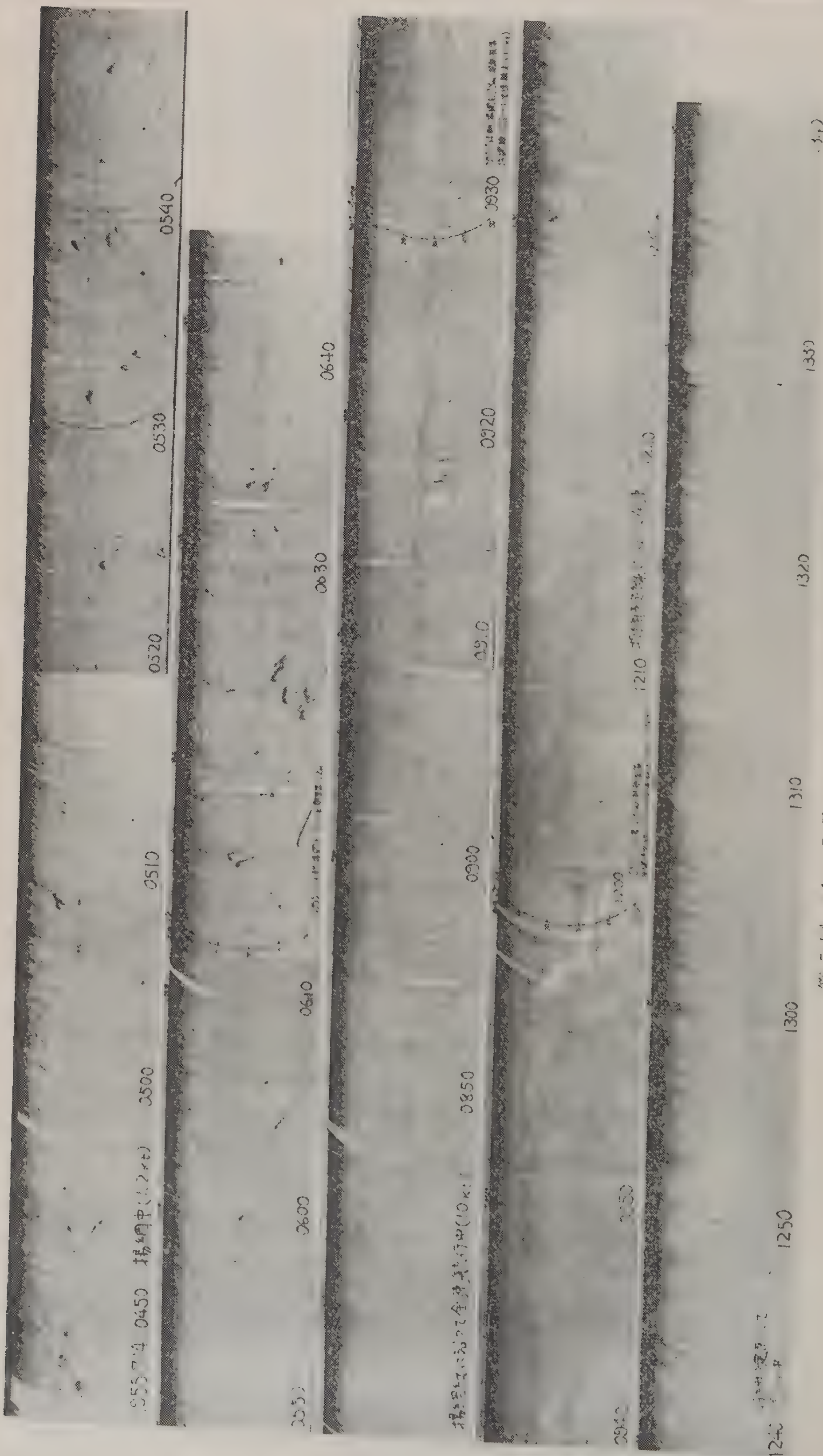
第 1 図 [illegible] 7 月 17 日より 18 日にかけての[illegible]記録



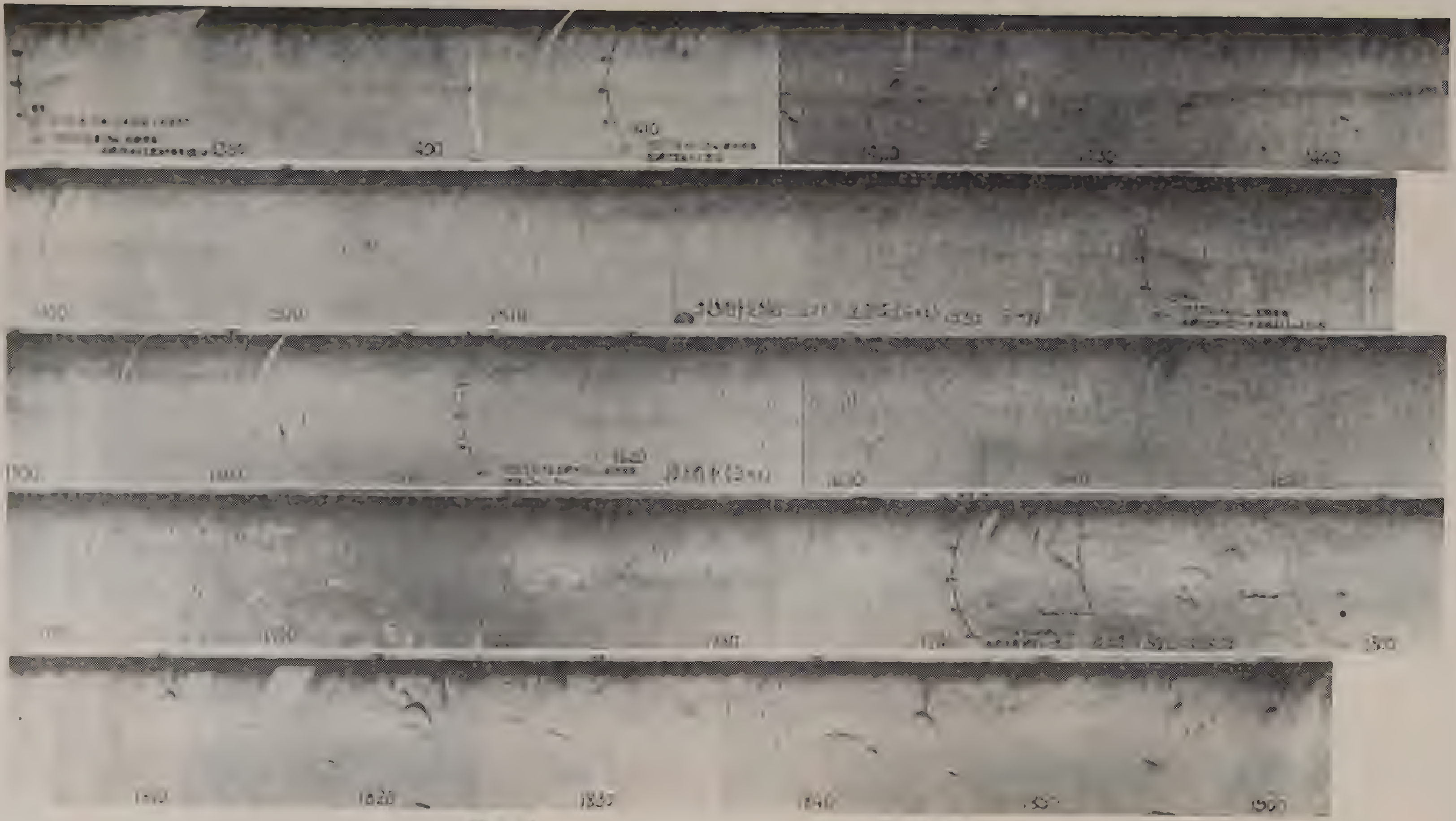
第4図（2）7月17日より18日にかけての連続記録



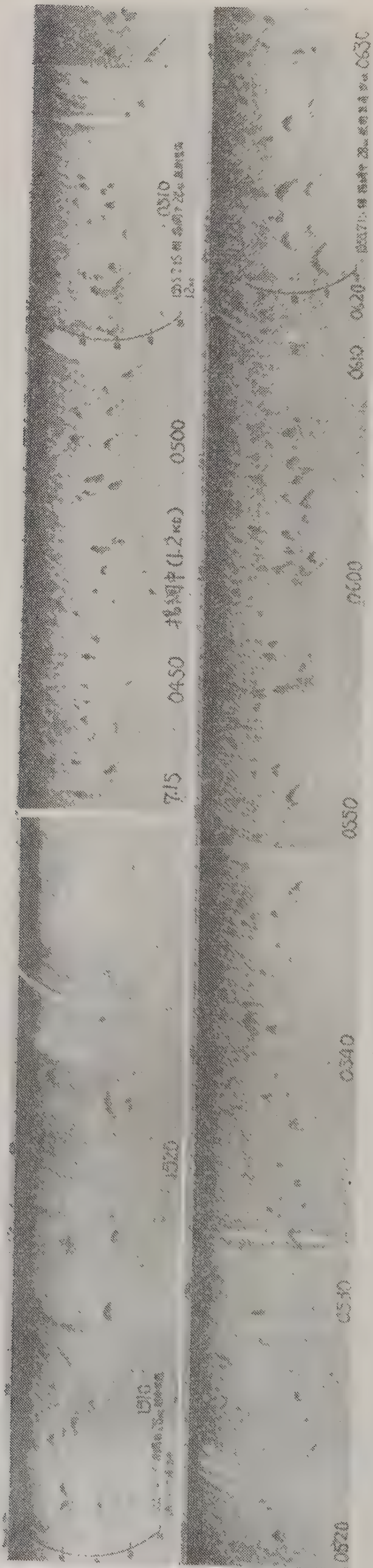
第1図 (3) 7月17日より18日にかけて [illegible]



第5図 1 7月14日より15日にかけての連続記録



第5図 （2） 7月14日より15日にかけての連続記録



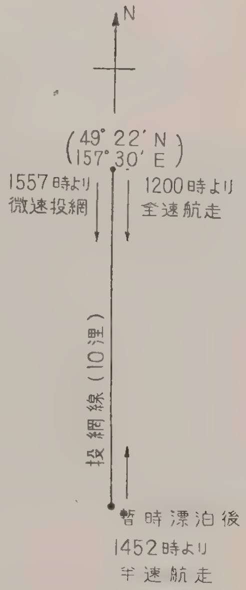
第5図（3）7月14日より15日にかけての連続記録

第 2 表　7 月 17 日投網、波浪階級 1 、投網反数 272 反

魚種	漁獲（尾）	罹網率（尾/反）
紅鮭	28	0.1
白鮭	735	2.7
銀鮭	184	0.68
樺太鱒	4,425	16.3
マスノスケ	2	—
合計	5,374	19.8

投網後その附近に於て、1730 時頃に DSL が消滅し、翌朝 0530 時頃より深度 20 m に出現している。勿論この間、船は潮流に流されている。今回は、DSL の顕著な日周変化の資料は得られなかつた。

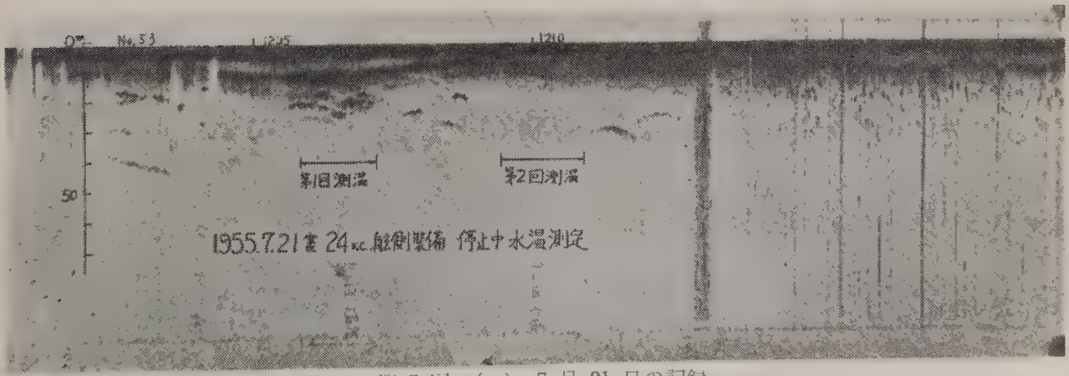
この時採集したプランクトン及び鮭鱒の胃内容物は分析中であるが 、鮭鱒は何れも写真 12 に示す如く、Euphausia 類を、飽食している。漁獲は第 3 表に示す如く反当り 11.2 尾であつた。


N
(49° 22′ N
157° 30′ E)
1557 時より
微速投網
1200 時より
全速航走
投網線（10 浬）
暫時漂泊後
1452 時より
半速航走

第 6 図　7 月 14 日投網時の魚探

第 3 表　7 月 14 日投網、波浪階級 2 、投網反数 250 反

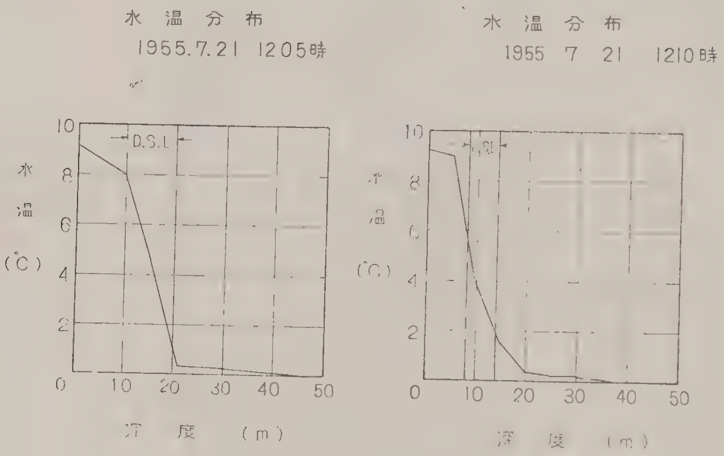
魚種	漁獲（尾）	罹網率（尾/反）
紅鮭	109	0.5
白鮭	437	1.7
銀鮭	258	1.0
樺太鱒	2,023	8.0
マスノスケ	2	
合計	2,829	11.2



第 7 図　(a)　7 月 21 日の記録

---

*　東京大学松江研究室に分析依頼中



第7図（b）　第7図（c）

7月21日の記録に相当する水温分布

第7図(a)は7月21日に現れた記録であるが、日中約 10m の深度に明瞭に DSL が出現し、その水温分布を測定した結果は、(b), (c) に示す通りであつて、温度傾度 0.8°C/m の明かな温度躍層である。その深度の変化と共に DSL 及び魚群も深度が変化している。漁獲は第4表に示す如く、反当り 6.6 尾であつた。

第4表 7月21日投網、波浪階級3、投網反数 282 反

魚種	漁獲（尾）	罹網率（尾/反）
紅鮭	250	0.89
白鮭	909	3.22
銀鮭	4	0.02
樺太鱒	681	2.42
マスノスケ	2	0.01
合計	1,846	6.56

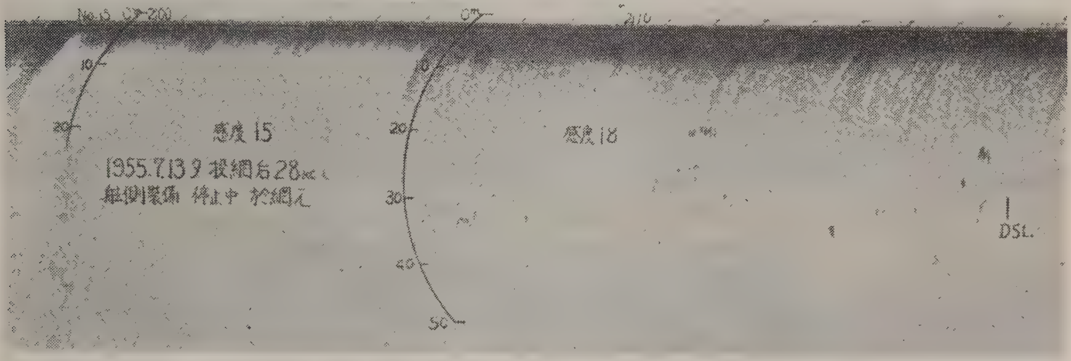
毎日の漁獲中より、各魚種毎に 10 尾づつ選んで体長、体高、体重を測定して夫々の平均を求め、実験期間中のその値の範囲を示すと第5表の様になり、之によれば、体長は略々 50 cm であつた。

第5表

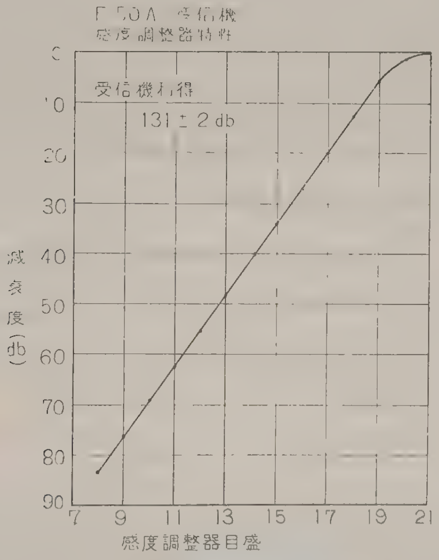
魚種	体長（cm）	体高（cm）	体重（匁）
紅鮭	51.3～56.0	13.4～15.0	578～730
白鮭	48.6～54.0	11.5～14.4	486～682
鱒	43.9～47.9	11.3～13.9	320～467

（2） 増幅度を変化した場合の魚群探知記録

28 kc に依り増幅度を変化した場合の比較記録を第 8 図に、この場合の感度調整器の特性を第 9 図に示す。第 8 図に示す如く、受信機増幅度が、感度 18、約 120 db の時は鮭鱒を記録し得るが、感度 15、95 db 程度に増幅度を下げると記録し得なくなる。



第 8 図 増幅度を変化した場合の魚群探知記録



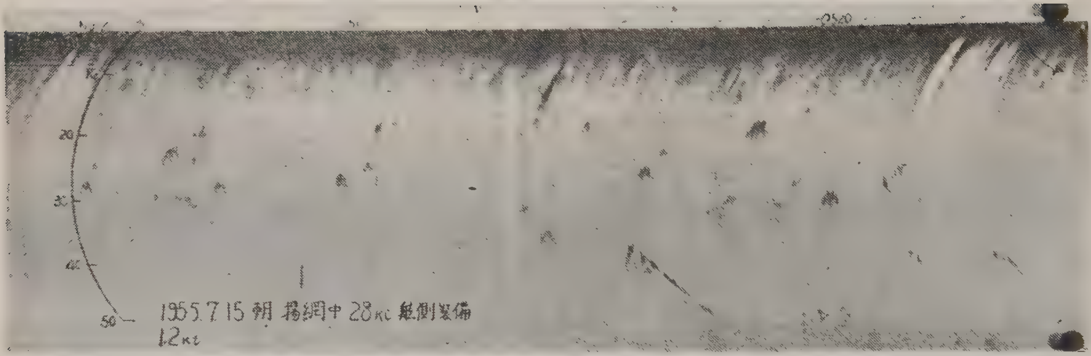
第 9 図 受信器感度調整器特性

（3） 記録のレインジの差及び超音波の発射回数の差に依る比較

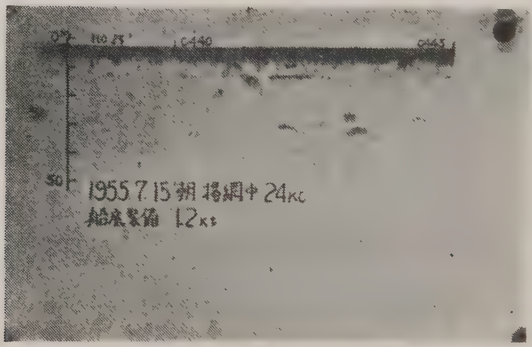
第 4 図乃至第 7 図に依つて明かであるが、記録範囲が 50 m の場合は、100 m の場合に比して、魚群の状態、及びその DSL に集中している状態が詳細に判る。略々同じ時刻に於ける比較を第 10 図(a)及び(b)に示すが、このことがよく判る。

又、第 10 図(a)は、超音波の発射回数が 225 回/分で、(b)は 144 回/分であるが、発射回数の多い方が魚群がよく出ている。

表面附近を探知する為には、パルス巾を短くしなければならないが、鮭鱒魚群は、現在普通の漁獲では、平均罹網率が反当り 6 尾（1 反は投網された場合距離約 40 m の程度である)、多い場合でも 30 尾



(a)



(b)

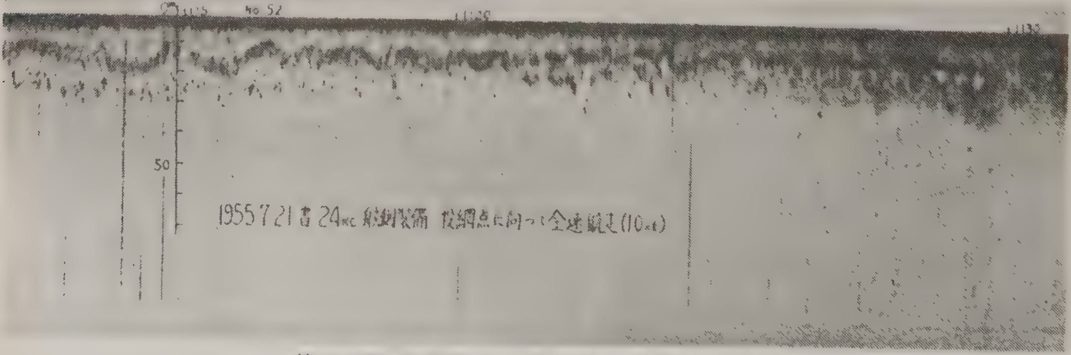
第 10 図　レインジの差及び超音波発射回数の差に依る比較記録

程度の粗分布であるから、之を全速航走中でも雑音と分離して明瞭に記録させる為には、記録紙の送り速度を早くし、超音波の発射回数を可及的に大きくすることが必要である。

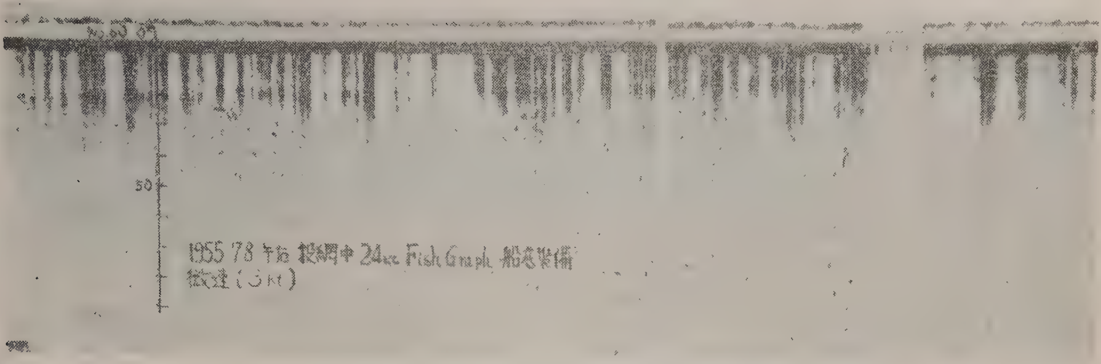
（4）　装備方法に依る魚群探知記録の比較

舷側装備で、全速航走の場合の記録は、第 4, 5 図に示す如く、走航雑音及び減衰が少く、よく探知出来る（周波数は 28 kc である)。

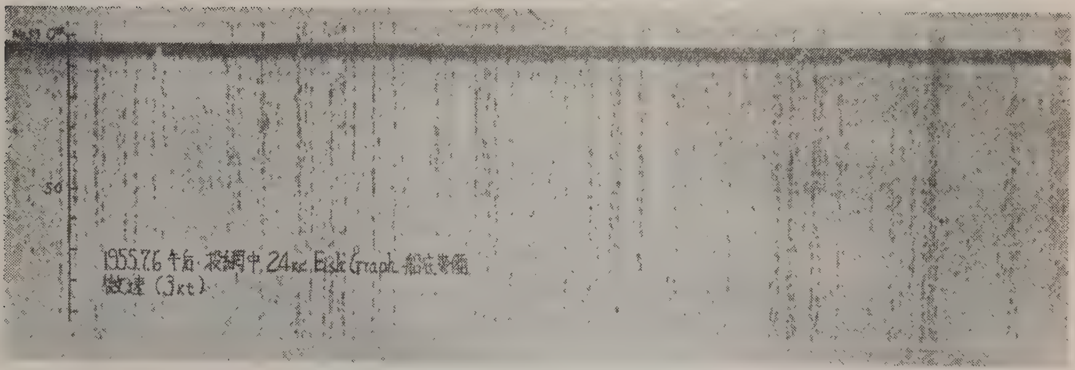
又 24 kc の同一型式の送受波器を舷側装備（深度 1.5 m）及び船底装備（吃水 2.5 m）した場合の比較を第 11, 12. 13 図に示す。



第 11 図　装備方法による比較記録（舷側装備）



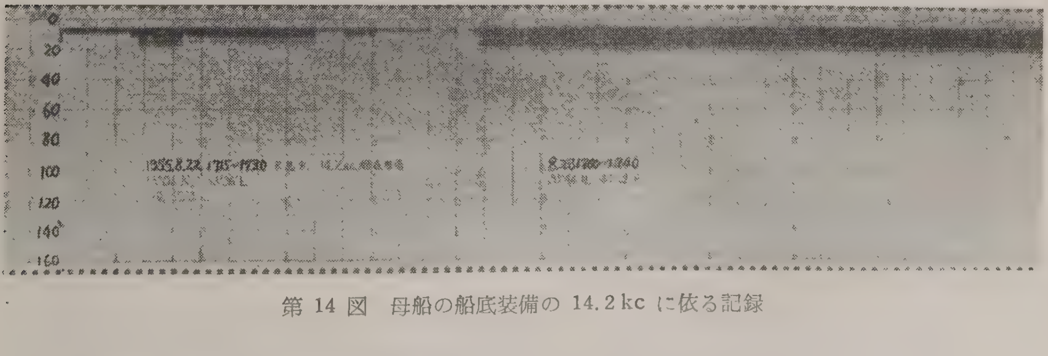
第 12 図　装備方法による比較記録（船底装備）



第 13 図　装備方法による比較記録（船底装備）

第 11 図が全速航走（10 Kt）の時でも探知可能であるのに対し、第 12，13 図は本実験船団の多くに見られる様に装備方法が悪い為、微速（3 Kt）でも雑音と減衰が多くて、鮭鱒探知の役に立たなかつたので、今後船底装備方法に研究の余地があることを指摘しておく。

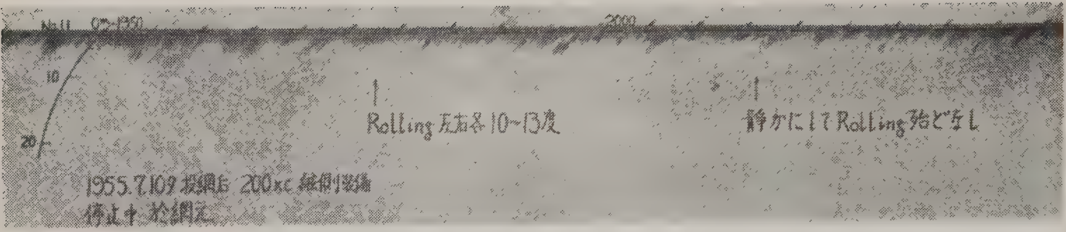
停止中であるが、感度を上げても魚群が探知されていない一例として、母船の船底装備の 14.2 kc に依る記録を第 14 図に示す。



第 14 図　母船の船底装備の 14.2 kc に依る記録

(5)　周波数 200 kc に依る魚群探知実験

前記実験結果から判る如く、海面が特に凪でローリングが少い時にも、24 及 28 kc では表面近くの状

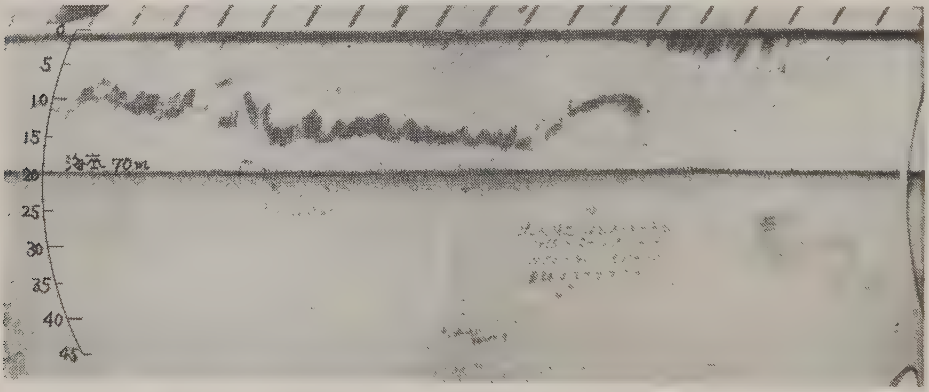


第 15 図　周波数 200 kc による魚群探知記銀

況がよく判らないが、第 15 図に示す如く、200 kc に依る場合には、パルス巾が短いことと、分解能がよいことの為に、表面の状態がよく判る。

ローリングがある場合は、気泡等の影響で、発振線が尾をひく中に魚が認められる。

この実験に用いた受信機の感度が不充分であつたので、深い魚群の検知は充分でなかつた。之はこの機械のみの不備のためであつて、200 kc を用いたためでないことは、第 16 図に示す西カムチヤツカに於ける、200 kc の魚群探知記録[2]に於て、スケトウダラらしき魚群が非常に明瞭に出ていることからでも明かであろう。



第 16 図　周波数 200 kc による西カムチヤツカ沿岸における
スケトウダラと思はれる魚群の探知記録

（7）　海水の透明度と漁獲との関係

DSL に関係があると考えられる透明度と漁獲との関係については、昨年度の 7 月に於ける資料によれば、DSL が海面近くにある時は透明度は少く、漁獲は良好であるということを既に発表した[1]。本実験期間中の香取丸、及び 6，7，8 月の日本水産厳島丸船団鈴丸及び拓洋丸の結果を第 17 図に示すが、前報告[1]の如き関係は更に実験をして見なければ何ともいえない。

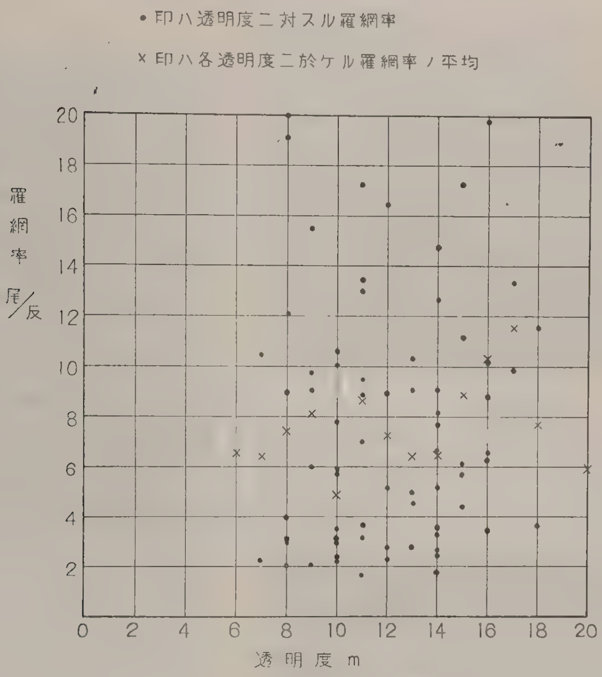
4. 実験結果

（1）　送受波器を水面近くに舷側装備し、記録範囲を 50 m にし超音波の発射回数を多くすることに依つて、北洋鮭鱒漁場において明瞭な魚群の記録を得た。

（2）　投網前に探知した表層魚群は、日没から暗くなるに従つて上昇する傾向があり、一部は表面に迄達する。朝は下降する傾向がある。即ち、顕著ではないが日周変化が認められた。然し、30～50 m の同一深

---

2)　カムチヤツカ西沿岸カニ漁場に於ける魚群探知実験について：　橋本、西村　1955年　11月



第 17 図

度に一日中出ている部分のある場合が多い。之に対して有効な漁撈法を案出することが必要である。

（3） DSL に魚群が集中している状態が明瞭であり、DSL が昇降して、それにつれて魚群も昇降する。その場合の鮭鱒の胃内容物は、Euphausia 類が多かつた。又、明瞭な温度躍層に DSL が現われ、両者の深度が一致する。

（4） 周波数 200 kc に依り、魚群を明瞭に探知し得た。

（5） 船底装備をする場合、船底気泡等に依り、超音波が減衰し、鮭鱒を探知し得ない例が、本実験中多い様に認めた。従つてかような疎魚群を探知する場合には、装備方法に研究の余地がある。本実験の如き舷側装備もその救済方法の一つである。

5. 状況写真

次に参考の為、実験及び操業の状況を写真で示す。

6. 謝辞

本実験に際し、多大の御援助を戴いた日本水産株式会社北洋漁業総船団長伊藤威雄氏、宮島丸船団長小寺確郎氏、厳島丸船団長高木正司氏、以下事業部諸氏、香取丸船長熊野為登氏以下船員諸氏に御礼を申上げる次第である。

写真1 調査船香取丸

写真4 舷側に装備した送受波器
（停止中）

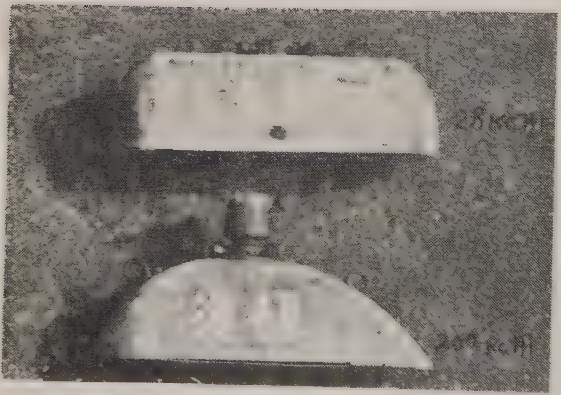

28KC用
200KC用

写真2 整流覆

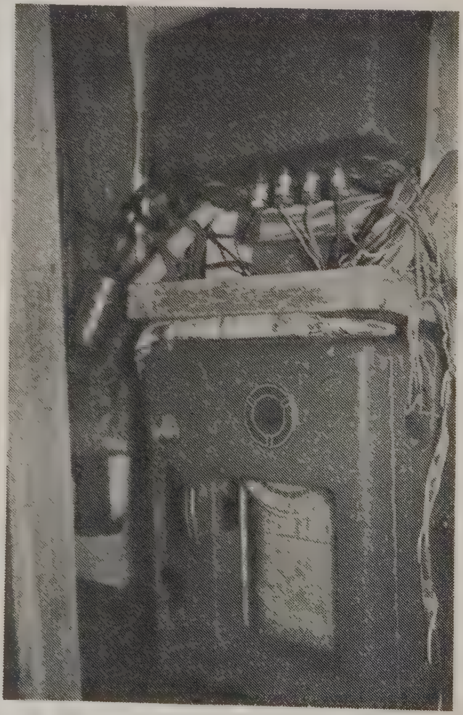


写真5 ブリッヂに装備した魚群探知機
(28 kc)

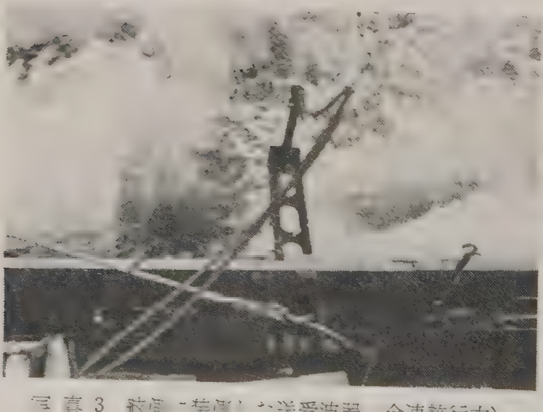


写真3 舷側に装備した送受波器（全速航行中）

写真6　ブリッヂに装備した魚群探知機
(200 kc)

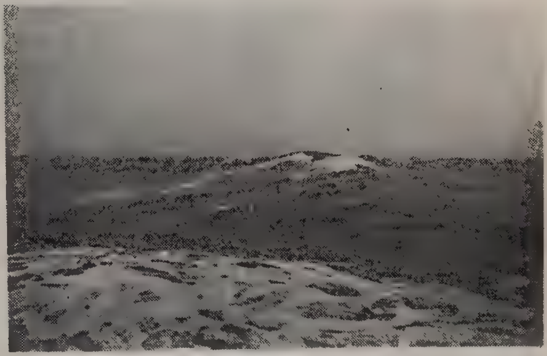


写真7　波浪階級5程度の波

写真8　船尾より投網状況

写真9 舷側より大漁の揚網中

写真10 揚網作業

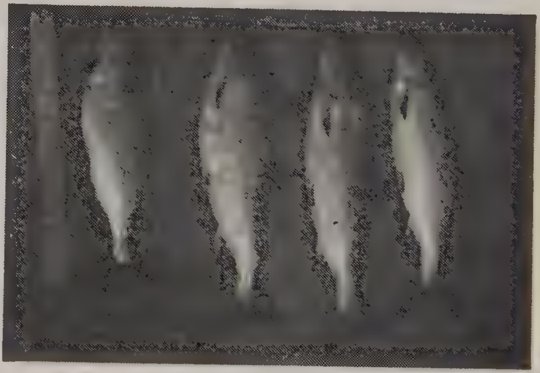


写真11 鮭鱒 右より紅鮭、銀鮭、白鮭、樺太鱒

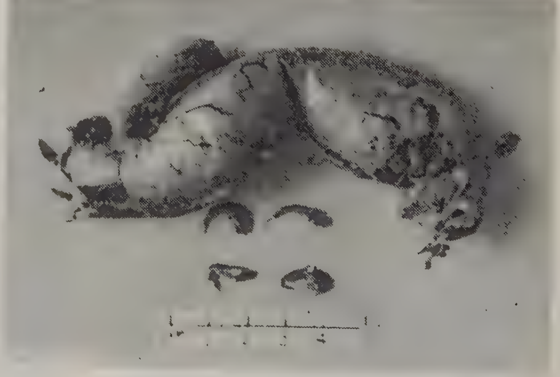


写真12 鱒の胃袋 (Euphausia 類が充満している。下にその代表的なものを取出して示す)

カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について*

橋本富寿・西村　実

Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamtchatka Peninsula

Tomijû Hashimoto, Minoru Nishimura

ABSTRACT

The research of crab resources in the Okhotsk Sea, the western offshore of Kamchatka, is in these days plays an important role in Japan for the crab fisheries operated by the "Mother Ship's Fishing System", and the use of echosounder has been discussed recently for the fishing operation in these waters.

We have tried an experiment to detect the crab resources at the offshore of Kamchatka Peninsula by installing an echo-sounder of 200 kc ultrasound into a research boat.

The experiment has been made in two stages. At the first stage, the fundamental experiment has been made in Japan to determine the frequency of ultrasound and the directivity of transducer adaptable to this research, and at the second stage, the experiment has been made by the 200 kc echo-sounder according to the result of the fundamental experiment. This second stage experiment was made in Okhotsk Sea from April to June 1955, installing the apparatus into a research fishing boat of 75.80 Gross Tons.

The experiment at Okhotsk Sea has been made to test the following points,

1) Detection of crab.
2) Detection of codfish and pollack, and also tangle net.
3) Detection of D.S.L.
4) Measurement of the propagation characterstics of 200 kc ultrasound.
5) Installation of an ultrasonic transducer on the outside of the boat.

The characteristics of the echo-sounder are as follows;

1) Frequency: 200 kc.
2) Recording system: Rotary type recording.
3) Recording paper: Wet type, 150 mm width.
4) Transmission system: Valve oscillation system by 2 T 11 Valve.
5) Transducer: Barium titanate disk with 90 mm in diameter.
6) Beam angle: 3.3° (Half power)
7) Number of transmission: 150 per minute.
8) Pulse length of transmitted ulrasound: about 1.5 millisecond.

The result are as follows.

1) The discriminative distance between the sea bottom and fish school above the bottom was 20 cm at a depth of 50 m, by the frequency of echo-sounder of 200 kc, the half power beam angle of 3.3° and the sounding range of 50 m.

2) Detection of crab

We have obtained the echo of the crab on the recording paper at the depth of 180 m (Fig. 11, page 156) and its swimming height has been measured as 40～60 cm

---

* 本実験は北洋水産株式会社山本正氏との共同研究で、実験は北洋水産株式会社の協力を得て、母船式カニ漁業白洋丸船団にてカムチツカ西沿岸タラバガニ漁場で行われたものである。

above the sea bottom. The determination of crab on the recording paper has been made by comparing with the record on the fundamental experiment which has been checked by the actual crab. But we could not photograph the crab by an underwater camera as the sea was very rough.

3) The image of pollack (Fig. 15, page 158), codfish (Fig. 17, page 158) and the tangle net for crab (Fig. 19, page 159) have been obtained in the recording paper.

4) The detection of D.S.L.

In April and May, we have found many records of D.S.L. (Fig. 21 to 24, page 160～162) and it seemed that its cause was not due to the gradient of the sea temperature.

5) The propagation attenuation of 200 kc ultrasound

By the result of the measurement, the absorption attenuation in the propagation of the 200 kc ultrasound at a direction vertical to the sea surface has been just small in depth of 200 meters, nevertheless the water temperature of the sea has been below 0°C (Fig. 26 and Fig. 27, page 164).

6) Installation of the Echo-sounder

The ultrasonic transducers of the echo-sounder by which the experiment has been made was installed on the outside of the research boat and the trasmitting surface was at depth of 2.30 meter below the sea surface (the draft of the boat was 2 meters), and the running attenuation and the running noise were both about 10 db, at the ship speed of 8 knots and the roughness of the sea was 3 (the speed of the wind was about 15 m/sec). From the above experiment, we can get a conclusion that the use of the echo-sounder of 200 kc is not impossible on such a rough sea.

まえがき

オコーツク海カムチヤツカ半島西沿岸におけるタラバガニの資源調査用として、又合理的な操業を行うために、魚群探知機利用による調査の可否が論ぜられているので、筆者等は内地に於ける基礎実験と、カムチヤツカ西沿岸のタラバガニ漁場に於て探知実験を行い、更にタラ、スケトウダラ及び DSL の探知等をも併せて行つたのでその概要を報告する。

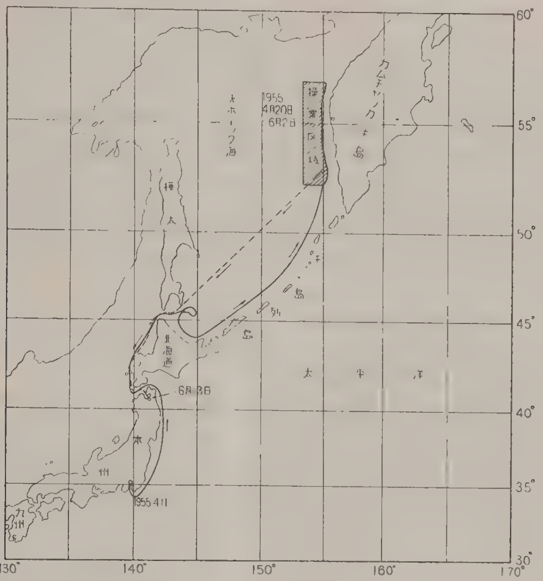
本報告における実験項目は次の通りである。

(1) カニ探知に関する基礎実験
(2) カムチヤツカ西沿岸におけるタラバガニの探知
(3) カムチヤツカ西沿岸におけるタラ、スケトウダラ及刺網の探知
(4) カムチヤツカ西沿岸における DSL の探知
(5) カムチヤツカ西沿岸における 200 kc 超音波垂直伝播特性の測定
(6) 魚群探知機舷側装備について

1. 実験経過

カニ探知用の魚群探知機に関する基礎実験は昭和 29 年 12 月神奈川県久里浜湾において、更に翌 30 年 2 月静岡県下田湾において行われ、カニと海底とを分離するための魚群探知機の最適周波数及指向性の検討が行われた。

漁場における海上実験は昭和 30 年 4 月 11 日より 6 月 15 日迄の間、オコーツク海、カムチヤツカ半島西沿岸のタラバガニ操業許可漁場内において、母船式カニ漁業白洋丸船団附属調査船第 152 明石丸により、試験網投網による漁場調査と併行して行われた。第 1 図は実験海面を示している。


オホーツク海
1955
4月20日
6月2日
操業区域
カムチャツカ半島
樺太
千島列島
北海道
6月3日
太平洋
本州
九州
1955 4 11
60°
55°
50°
45°
40°
35°
30°
130°
140°
150°
160°
170°

第 1 図　日本及びカムチヤツカ西岸漁場図

ここで参考のためにカニの生態についてその概要を述べる。

カムチヤツカ半島西沿岸のオホーツク海に於ては広くタラバガニ [*Paralithodes camtschatica* (*Tilesius*)] 及アブラガニ (*Paralithodes platypus*) が分布している。カニ漁業に於てはこれらのカニが産卵のために浅海部へ移動する時期及生殖を終えた後索餌洄游のため深所へ移動する時期迄を中心として操業が行われる（4月～9月)。漁業の対称となるカニは雄で、その大さは甲巾 18～20 cm、甲長15～17 cm、右第3脚第1関節の長軸長 14～15 cm、体重 2.5～3.5 kg 程度のものである。

カニは海底に底刺網（1単位＝1配＝200 反、全長約 8,000 m、網の高さ約 3 m）を敷設して罹網させて漁獲し、母船上に於て罐詰加工を行う。

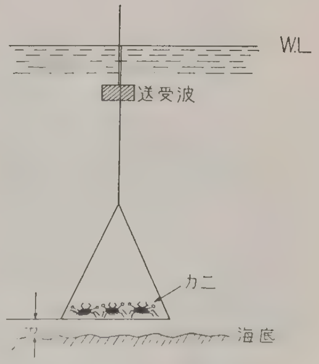
カニ漁場における海洋学的な資料のみならず、カニの生態に関する資料にも乏しく、カニの游泳高さ（海底よりの）或は群棲密度等も殆んど判明していない状況である。

2.　カニ探知に関する探知実験

カニの生態が判然としていない為に、タラバガニの海底よりの游泳高さを 20 乃至 30 cm と考えて、ガザミ及タカアシガニについて海底とカニとを記録紙上で分解するためには、現用魚群探知機中いかなる周波数及指向角のものを選定すればよいかに就て久里浜及戸田の海面において基礎実験を行つた。

(1)　浅海に於ける基礎実験

第2図の如く海底にガザミ (*Neptunus trituberculatus, Miers*) 数 10 匹を 1 m×1 m の漁網の上にのせて海底に沈め、海底よりの距離を種々変化させて、28 kc 及び 200 kc の周波数の超音波により海底とカニ群との間の距離と分解能との関係について測定を行つた。使用せる測定機は次の如きものである。



第 2 図

1) 記　録　機

F 52 C 型、測深レンジ 0～50 m

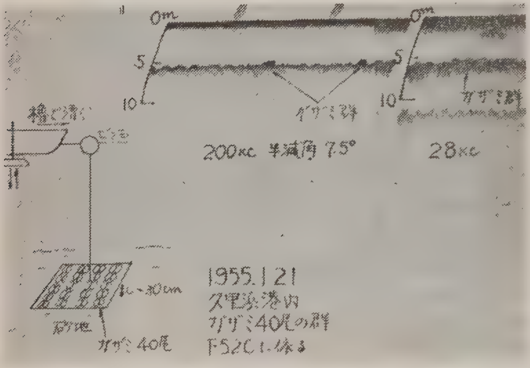
2) 送受信及び送受波系

28 kc 及び 200 kc を切換により送受信出来る如きものである。

i) 28 kc： 振動子 Ni 磁歪、輻射面 56×112 (mm)、真空管発振方式 (UV 211 A)

ii) 200 kc： 振動子チタン酸バリウム、輻射面 40 φ (mm)、真空管発振方式 (2 T 11)

第3図はガザミ群を海底より 30 cm 離した場合の測定記録で、左方は 200 kc、右方は 28 kc を用いた場合のもので、左方の 200 kc を用いた場合の方が明瞭な記録が得られた。第4図は実験に使用したガザミである。

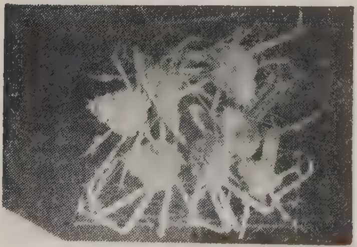


第 3 図

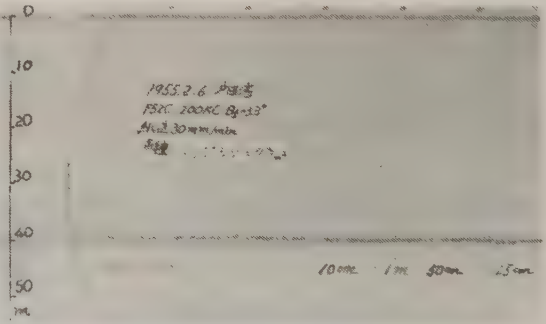
第 4 図

3. 深海に於ける基礎実験

静岡県戸田湾の水深 42 m の海面に於て、タカアシガニ（*Macrocheria Kaempferi de Haan*）を第5図の如く 1 m 角の網地（但し外わくは 5 mm 径の鉄棒）に7匹載せ、これを海底附近に沈め、海底とカニ群との間隔をそれぞれ 0, 10, 30, 50, 100 cm とした場合と、船速0及び微速にてその直上を走航した場合の海底とカニ群との分解能との関係を測定した。第6図は海底とカニとの距離を変化させた場合の分解能を示す記録で、第7図はカニ群を海底より 30 cm の高さに懸垂し、その直上を船速約 1 Kt で航行した場合の記録である。



第 5 図　タカアシガニ群

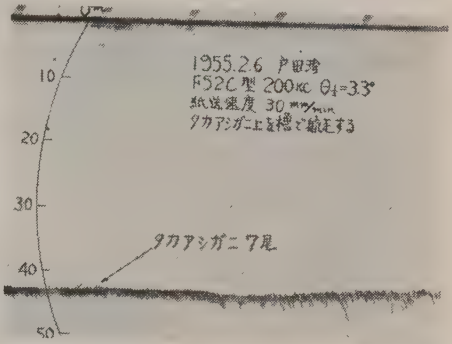


第 6 図

以上の基礎実験より次の結果が得られた。

（1） カニ探知用としては 28 kc の測深機を使用した場合より 200 kc の測深機を使用した場合の方が分解能が良いと考えられる。

（2） 200 kc で振動子輻射面が 90 φ（mm）の送受波器を使用し、パルス巾がほぼ 1.5 m の場合のカニ群と海底との分解能は約 30 cm であつた。



第 7 図

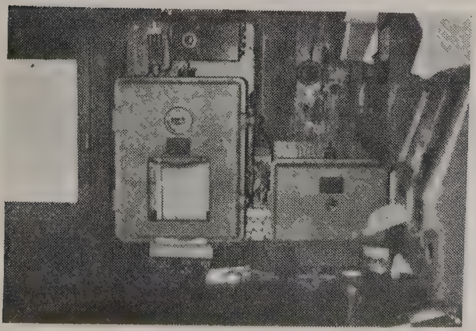
4. カムチヤツカ西沿岸に於けるタラバガニの探知

（1） 実験装置

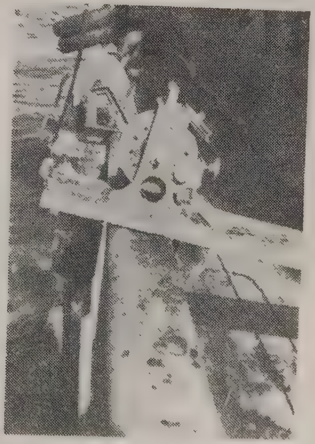
漁場に於ける実験で使用した測定用魚群探知機は次の如くである。

1) 型式 F 52 C 型
2) 周波数 200 kc
3) 発振方式 真空管発振方式（2 T 11）
4) 記録方式 円弧式
5) 記録紙 湿式 紙巾 150 mm
6) 紙送速度 15 mm/min
7) 測深レンジ 0～50，25～75，50～100，125～175，150～200 m 及びその組合わせ
8) 送受波器 チタン酸バリウム磁器振動子、直径 90 mm 円板
9) 指向角 （半減角）3.3°

上記の魚群探知機の発振器、増巾器、記録機及び電源は第 8 図の如く実験船の操舵室に、送受波器は第 9 図に示す如く整流覆を附して右舷中央に舷側装備した。



第 8 図 操舵室に装備された実験装置



第 9 図 舷側装備状況

(2) 実験船

実験船はカニ船団調査船第152明石丸（第 10 図）で、その要目は次の通りである。

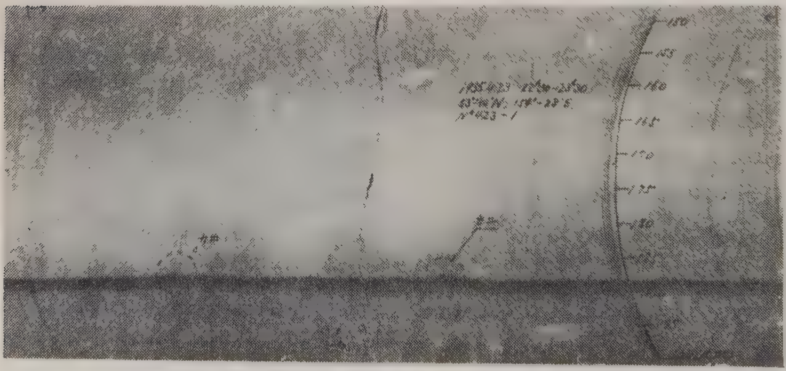
1) 船舶種類　以西汽船底曳網漁船（鋼鉄船）
2) トン数　75.80 G.T.
3) 主機　Diezel 210 HP　回転数 380 r.p.m
4) 速力　全速約 8 Kt

第 10 図　実験船

(3) 実験結果

1) 船速が小なる場合（1 Kt 以下）

第 11 図は実験船の船速が 1 Kt 以下の場合の、水深 180 m 及び 81 m の海面で得られたカニの像と思われる記録で、何れの場合にもこの像の高さは海底より 40～60 cm 程度と認められる。この記録をカニと推定しうる根拠は、§2 の（2）で述べた、静岡県戸田湾において行つた基礎実験で得られたと類似の記録が得られた事と、記録直後多量にタラバガニが採捕された事による。尚魚種確認のため水中写真機を使用したが、海流その他の海洋条件が悪かつたので、直接カニを確認する事は出来なかつた。第 12 図は採捕されたタラバガニである。

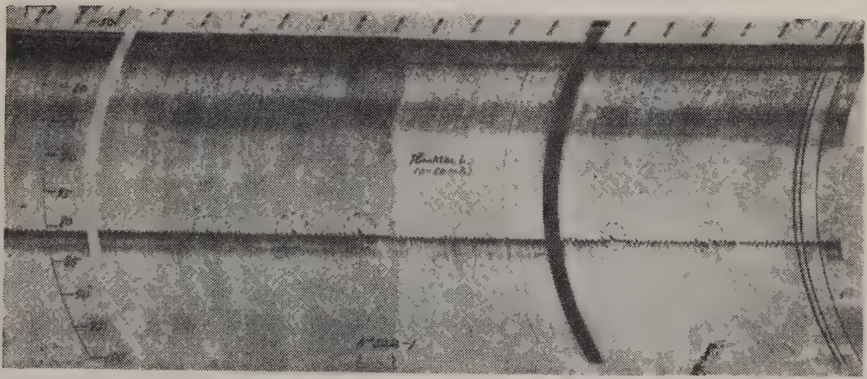


第 11 図　船速小なる場合のカニ探知記録（A）

第 12 図　採捕された タラバガニ

[カニの分布計算例]

第 13 図に於て、海底に現われた凸起がカニであると考えれば、探知時の実験船の平均船速は約 0.7 Kt であつたので、記録上よりカニの分布距離を推定すれば、大体次の通りである。



第 13 図　船速小なる場合のカニ探知記録（B）

No.	記録上の間隔 (mm)	記録時間 (min)	分布距離 (m)
1	2	0.2	4
2	15	2.0	42
3	13	1.4	29
4	20	2.6	54
5	25	3.3	69
6	23	3.1	65

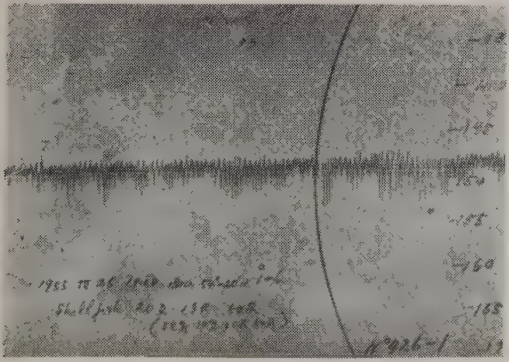
この探知実験の探知を行つた海面で採捕された魚種はカニ（タラバガニ♂、甲巾 17～18 cm、甲長 14～15 cm、体重 3～4 kg）ヒトデ、テズルモズル、カスベ（体長 70～80 cm、体巾 70～80 cm）及マダラであつた。

2)　船速が早い場合の記録

漁場に於ては調査地点を移動する様な場合には、調査船は約 8 Kt の速力で航行する。この様な場合には明かにカニであると断定出来る様な記録を得る事が出来なかつたが、探知記録を熟視すれば、カニの像と思われる記録が見られた。

3)　船体の動揺とカニの探知記録との関係

カムチヤツカ西沿岸のカニ漁場に於ては既に述べた如く、波浪のない海況は殆んどなく、実験を行つた期間中、母船における海洋観測資料によれば、波浪階級 3 以上の海況頻度は 10 日に対し 7.6 日であり、そのため船体はつねにローリング、ピッチングをしている。第 14 図には波浪中の海底記録と海況及び船体動揺の一例を



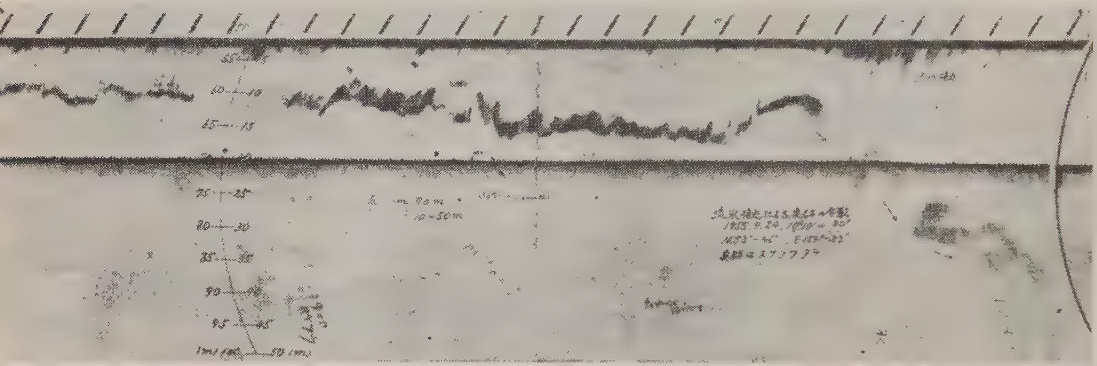
第 14 図　波浪時の記録

日時	1955. 5. 26, 19時
場所	西カムチヤツカ 54°20′N 附近
波長	$L=15\sim20$ m
波高	$h=2$ m
ローリング角	$\theta_R=20^\circ$
ローリング周期	$T_R=6\sim8$ sec
コース	E 風力 4
風向	N 気圧 992 mb
記録上の最大振幅	7～8 m

示した。この場合記録紙の紙送速度は 15 mm/min であつた。又船体動揺角は船橋備附の傾斜計によつた。

図で明かな如く、船体動揺が激しい場合には、カニの記録が出ているとしても、海底記録との区別は困難である。

5. タラ、スケトウダラ及び刺網の探知



第 15 図　スケトウダラ探知記録

（1）　スケトウタラの探知

第 15 図はスケトウタラの探知記録と思われるもので、 4月 24 日、仮泊中、19 時 10 分頃より記録紙上に現われたもので、19 時 18 分頃巾約 100 m の流氷帯が船体を横切つて通過したため、表層（水深 10 m 附近）に居た魚群が流氷の接近とともに下降し、50 m の水深まで沈下して行つた状態を示している。第 16 図は流氷の状況を示している。

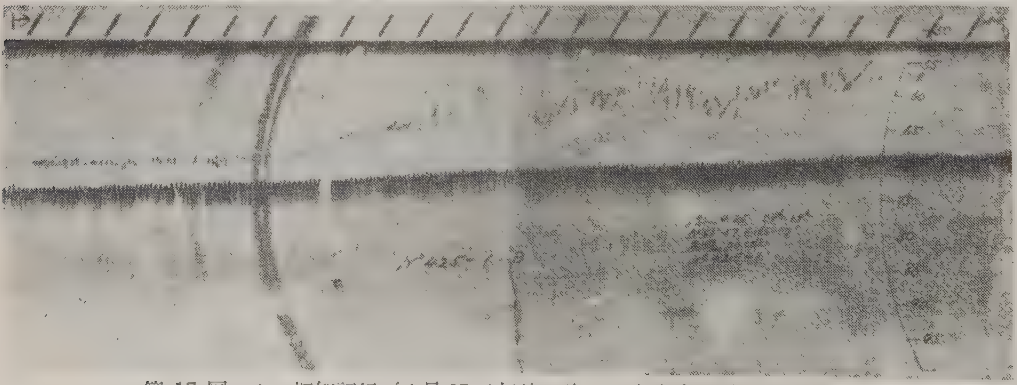
（2）　タラの探知

第 17 図は 4 月 25 日 Lat 53°57′ N, Long 155°17′ E に於て得られたマダラの記録で、記録中に示された深度に於て、カニ刺網及び一本釣で第 18 図に示す如きタラが釣獲された。

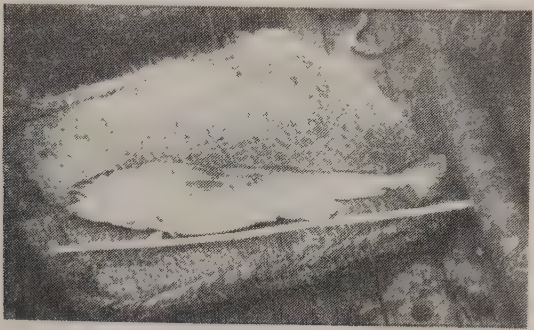
（3）　刺 網 の 記 録

第 19 図は 5 月 2 日漁場調査中に、設置したカニ刺網の横断記録で、探知機の船速は約 3kt であつた。記録より測定しうる網の高さは約 60cm である。

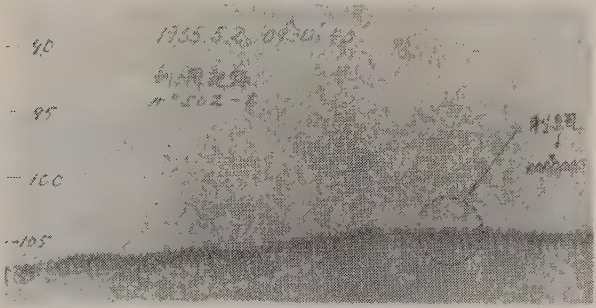
第 16 図　スケトウダラ探知時の海洋観測と流氷の状況



第 17 図　タラ探知記録（4 月 25 日午前 8 時～9 時 探知深度 50～100 m）



第 18 図　釣獲されたマダラ



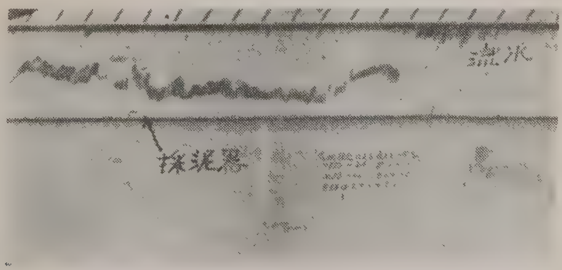
第 19 図　刺網の探知記録

6. DSLの探知

カムチヤツカ半島西沿岸の水深 100 m 前後の海面に於ては4月及び5月、多くの地点に於て DSL を 200 kc の魚群探知機で探知する事が出来た。調査地区では4月中は流氷が多く、クジラ、トド、アザラシ等の游泳するものもしばしば見られ、又5月中旬以降は広範囲の海面にわたり海水が部分的に濁つており、又流木も点在する状況であつた。DSL の探知と同時にプランクトンの採集及水温の測定を行つた。

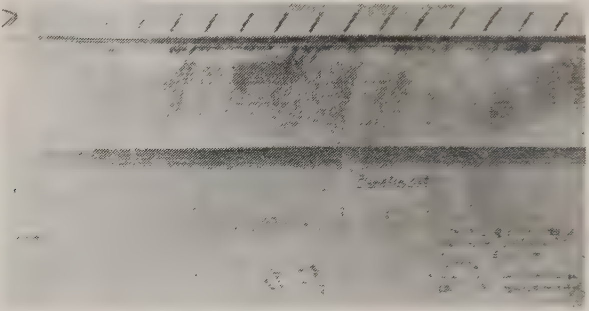
（1）　4月下旬に於ける DSL の探知

第 21 図は4月24日、21時00 ～ 21時30分の間 Lat 55°12′ N, Long 155°04′ E で得られた DSL の記録で、現地に於ける明るさは薄暮の状況であつた。観測点で18時より投錨仮泊し、第 20 図は、19時より20分迄に得られた DSL のない状況（中層にスケトウダラが認められた）を示し、19時18分頃流氷の南下

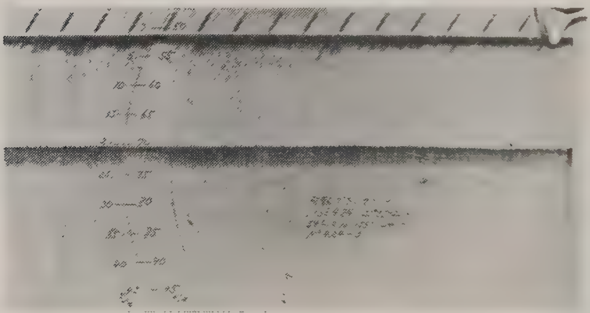


第 20 図　DSL なき状態（19時10分～20分）

するのが見られ、その後21時頃より第 21 図に示す DSL が見られ、更に22時頃よりは第 22 図に示す如き状態に変化した。

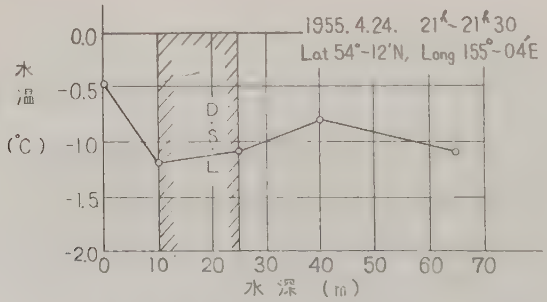


第 21 図　4月24日の DSL（A）(21時～21時30分)



第 22 図　4月24日の DSL（B）(22時～22時40分)

第 23 図は21時現在に於ける垂直水温分布と DSL 出現との関係を示し、採集せるプランクトンの分析表* は第1表に示した。測定点に於ける垂直水温分布より求めた温度傾度は、0～10 m 迄は 0.08°C/m，10～20 m 迄は 0.03°C/m であり、温度分布に関係のない様な DSL であつた¹⁾。



第 23 図　垂直水温分布と DSL の分布

---

* プランクトンの分析は東京大学農学部水産学科松江研究室の小牧勇蔵氏にお願いした。

1) 漁船研究技報第5号 1954 年 8 月

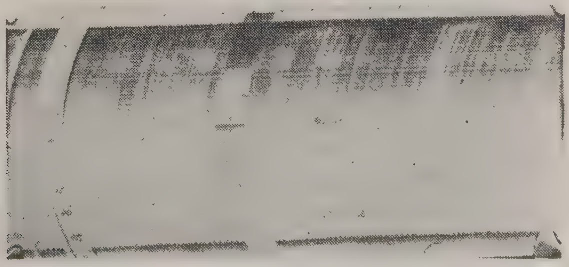
第 1 表

Notice / Name of Animal		1955. 4. 24. 424 DSL 19.20 h depth 25〜30 m	1455. 4. 24 21.09 h depth 7〜23 A 24	1955. 4. 24 424 DSL 21.00 h depth 25〜30 m	1955. 4. 25 10〜1 m A 23
Aglantha digitale (Medusae)				1	2
Gastropoda Larvae (マキガイ幼生)					
Polychaeta L. (多毛類幼生)					
Plteus L. (棘皮動物幼生)					
Acartia longoremis	橈脚類	30		90	50
Calanus finmarchicus		12		25	5
Calanus plumchrus		7		40	24
Calanus juvenile		40			
Metridia lucens		1		3	
Oithona juvenile				7	4
Pseudcalames elongatus		20		20	120
Scolecithricella minor		10			
Calanod Copepodite L.		30		30	25
Copepoda Nauplius L.				1	
Thysansessa imermis	(オキアミ類)	1		7	
Thysansessa raschi			2	18	
Euphausiacea Nauplias L.	(オキアミ類幼体)				13
Eggs					3
Decapoda Mysis L. (エビ類幼生)					
Sagitta elegaus (キタヤムシ)		4		22	6
Oikopleura spp (オタマボヤ類)					
Fish Larvae		3		多数	29
Fish Egg.		740			多数

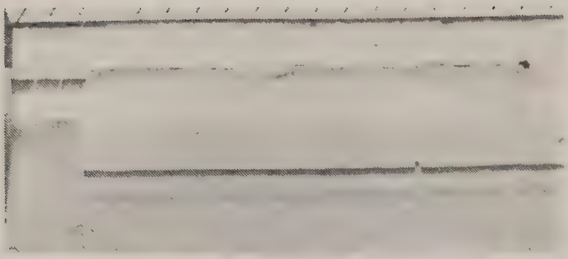
(2) 5月中旬における DSL の探知

1) 第 24 図Aは5月21日、20時より21時迄の間 Lat 54°56′N, Long 154°50′E に於て記録された表層に現れた DSL である。

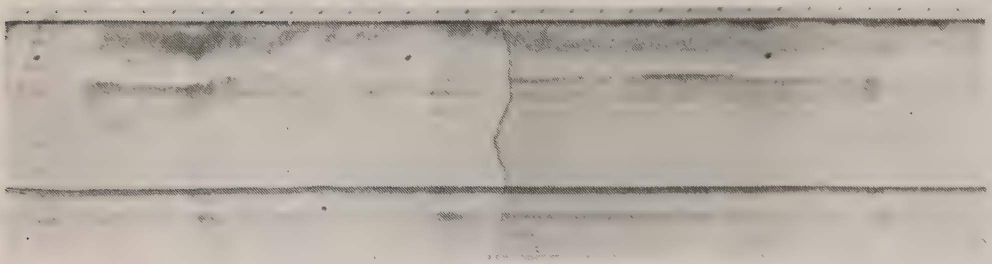
2) 第 24 図B及びCは5月22日、09時30分より11時30分迄の間、Lat 55°15′N, Long 154°58′E に於て記録された DSL 層で第2表にプランクトン採集結果を示してある。又垂直水温分布と DSL 分



第 24 図 (A) 5 月 21 日の表層 DSL (20〜21 時)

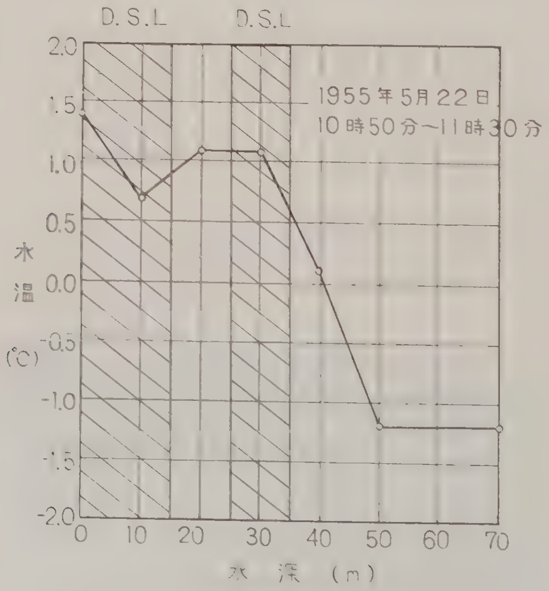


第24図　(B)　5月22日の中層の DSL (09～10時)



第24図　(C)　5月22日の表層及中層の DSL (10時50分～11時30分)

布層との関係は第25図に示した。この観測海面に於ける温度傾度は、0～10m 迄の間は 0.07°C/m, 10～20m では 0.04°C/m, 20～30m では 0°C/m, 30～40m では 0.1°C/m, 40～50m では 0.13°C/m, 50～70m では 0°C/m であり、温度分布に関係のない様な DSL であつた。



第25図　垂直水温分布と DSL の分布

第 2 表

Notice / Name of Animal	*1955. 5. 22 V. 22—5 11.30 h 10—0 m	1955. 5. 22 V. 22—5 11.30 h 30—0 m	*1955. 5. 22 11.30 h 30—0 m	1955. 5. 23 St V 23 0 m
Aglantha digitale (水母)	4	5	2	
Gastropoda Larvae (マキガイ幼生)	53		80	180
Polychaeta L. (多毛類幼生)	27	10		20
Plteus L. (棘皮動物幼生)	13	70	100	
Acartia longiremis	13	10		80
Calanus finmarchicus		1		
Calanus plumchrus	5	13	13	3
Calanus juvenile				
Hetridia lucens				
Oithona juvenile	40	10	20	40
Pseudcalanus elongatus	27	80	120	280
Scolecithricella minor		10		20
Colanoid Copepodite L.	147	130	200	440
Copepoda Nauplius L.	13	30	60	840
Thysansessa inermis				
Thysansessa reschi				
Euphausiacea Nauplius L.	27	20	80	80
Euphausiacea Egg	427	920	1,480	4,700
Decapoda Mysis L. (エビ幼生)		1		2
Sagitta elegaus (キタヤムシ)	9	63	18	
Oikopleura spp (オタマボヤ類)			60	
Fish Larvae	6	6	4	24
Fish Egg	13	33	52	8

（註） * 印の採集物には硅藻類 (Diatom) が多く、使用 Net が 特 Net であつたため網目の関係から個体算定するも無意味である故、下記に出現種名と大体の多寡の比較的な状態を示した。

Amphipsora hyperborea		Fragillaria oceanica	◎
Asterionella sp.		Navicula sp.	○
Bacillaria fragilis	◎	Nitzschia seriata	
Biddulphia aurita		Thalassiosira pacifica	◎
Chaetoceras atlanticus		Thalassiosira hyalina	◎
Chatoceras concavicornis		Thalassionema nitzochioides	

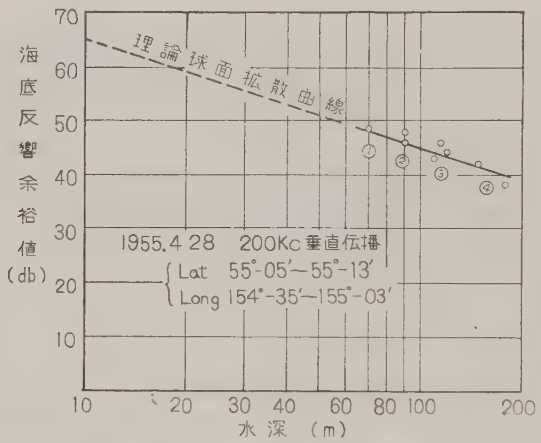
（註） ◎ 非常に多い種類
○ 比較的多い種類
無記入 出現を見た種類

尚、各採集点間の phytoplankton の組成上の相違は概観的には大差がなかつた。

7. カムチヤツカ西沿岸における 200 kc 超音波垂直伝播特性の測定

カムチヤツカ半島西沿岸のカニ漁場では4月下旬まで流氷が見られ、その水温も氷点附近で、従つて音波の伝播特性が内地沿岸のそれと異ると思われたので、周波数 200 kc の超音波を用いて、その海面に於ける垂直伝播特性の測定を行つた。

測定は一定底質の海底を採泥器によつて確認し、各深度に対する海底反響余裕値を測定し、横軸に m で表した水深、縦軸に db で表した海底反響余裕値をプロットすれば第 26 図の如くになる。図中点線の曲線は、理論球面横散曲線で、60～180 m に於ける吸収による減衰傾向は少い。又図中○印の側の数字は各測定点の位置を示しており次の通りであり。

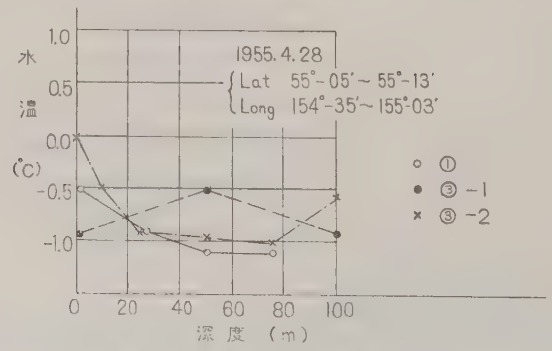


第 26 図　200 kc 垂直伝播特性

(1)　Lat 55°-05′ N,　Long 155°-03′ E
(2)　Lat 55°-05′ N,　Long 154°-53′ E
(3)　Lat 55°-15′ N,　Long 154°-45′ E　　Lat 55°-05′ N,　Long 154°-46′ E
(4)　Lat 55°-13′ N,　Long 154°-35′ E

水深 60 m 以浅の測定が行われなかつたのは、操業許可区域外の所であつたためである。

上記測定を行つた海面の垂直水温分布は第 27 図に示した様な傾向を示し、観測を行い得なかつた地点の水温も他と大差ないものと考えて差支えない。いずれの水温測定に際しても海水温度は零度以下であつた。測定当日の気象及海況は次の通りであつた。



第 27 図　垂直水温分布

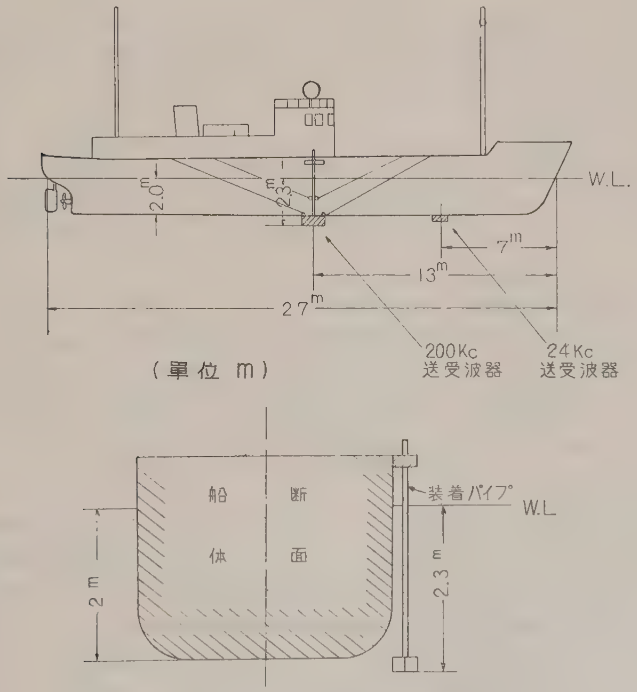
i) 風向 SE—SSE,　ii) 風力 1～2,　iii) 天候 晴　iv) 気温 0～+1°C
v) 気圧 999～1000 mb

8. 魚群探知機の舷側装備について

外海で魚群探知機の試験若は魚群探知機を用いて海洋調査を行うには、送受波器を大型船に舷側装備する場合が多い。これらの点を考慮して今回は舷側装備に関する測定を行つた。

(1) 装備船及装備位置

舷側装備を行つた船は実験船第152明石丸（75.80 G.T.）で第28図に魚群探知機の送受波器の装備状況を示した。船の前方には在来よりの 24 kc 魚群探知機用送受波器が船底キール装備されて居り、中央部には本図に示した 200 kc 送受波器を木製整流覆を附して舷側装備を行つた。平水時に於ける、海面と音響輻射面との距離は 2.3 m で、吃水が 2 m であるからキールラインより 30 cm 深部に突出していたことになる。

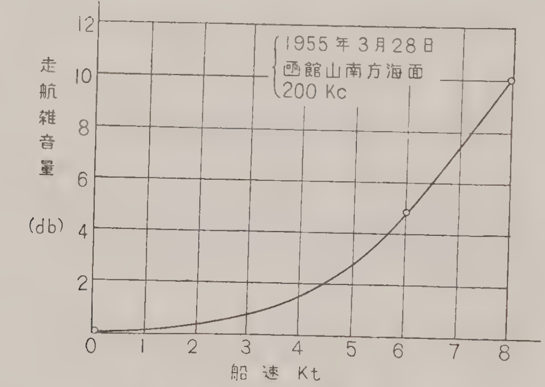


第28図 舷側装備状況

(2) 走航減衰及び走航雑音

1) 函館港外における実験

函館港外、函館山南方浬の地点に於て、走航雑音量を測定した結果を第29図に示す。測定当日の海況は、風力3、海況3で向い風の状況であつた。図より明かな如く、8 Kt の船速で走航雑音量は約 10 db であつた。



第29図　走航雑音量

2)　カムチヤツカ西沿岸漁場に於ける実験

（a）　平水に於ける場合

風力 1～2、海況 1、風向 NW、船の進路 WNW の場合、船速 8 Kt における走航減衰量は、停止時に於ける一定底質の海底の反響余裕値と、走行時の同一底質の海底の反響余裕値とを比較測定した結果では 7～8 db で、走航雑音量は 8 db であつた。

（b）　荒天に於ける場合

風力 4、海況 4、風向N、船の進路Nの場合、船速 8 Kt における走航減衰量は（a）に於けると同様な測定法を用いた結果では 10 db、又走航雑音量は 10～12 db であつた。尚測定時の船体ピッチング最大角は 10°（船の傾斜計による）、ピッチング周期 3.5～4 sec、又波浪の波長約 15 m、波高 1.5～2 m であつた。

3)　24 kc 魚群探知機の走航減衰及び走航雑音量

実験船には、既に述べた様に 200 kc 魚群探知機の他に 24 kc の魚群探知機が装備されており、その送受波器は船底外キール附近に装着されていて（第28図参照）、前述の（b）の測定を行つたときと同一の海況及び測定法の下で、走航減衰量及び走航雑音量を測定した結果、前者は約 20 db、後者は約 20～25 db で、全速 8 Kt で走航中には雑音及び減衰のため海底記録の判別が困難な場合も見られた。

（3）　船体動揺と海底記録について

カムチヤツカ西沿岸において、魚群探知機による漁場調査は、風速 20 m 程度の海況であつても行われる。従つて、当初、送受波器の指向性の半減角が数度という鋭さになると、荒天時には波浪による船体の動揺のため、海底測深記録が消滅するという懸念があつたが実験期間を通じてその様な現象は認められなかつた。前掲の第 14 図は、荒天中の測深記録の一例である。同記録に於て、記録上のローリングによる海底測深記録の変動は 7～8 m で、この場合波浪による船の上下動は最大約 2 m 程度であつたから、船のローリング或はピッチングによる記録深度の変動の方が、上下動による変動より、可成大きいという事が出来る。

上記の測定を行つたときの海況及船体の動揺は次の如くであつた。

1)　海　　況

(i)　風力 5　　(ii)　風向 N　　(iii)　海況 4～5　　(iv)　気圧 992 mb

(v)　波長 15～20 m　　(vi)　波高 2 m

2)　船の進路　E

3)　船体ローリング角度（船橋の傾斜計による）

（i）　最大ローリング角度　20°（片舷）

(ii) ローリング周期 6～8 秒

(5) 船体動揺と海況の観測資料

航海中に第3表に示す如く、海況（風力、波浪等）と船体動揺との関係を測定した。海況の観測は航海士の測定で、船体の傾斜は操舵室の傾斜計により行つた。

第 3 表 (1)

観測項目 ＼ 観測日			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
年月日			1955. 4. 24	1955. 4. 24	1955. 4. 25	1955. 4. 25
位置	Lat	°N	53°-57′	53°-57′	54°-13′	54°-13′
	Long	°E	154°-46′	154°-46′	155°-15′	155°-15′
測定時間			18時20分	18時30分	06時20分	07時40分
船速		Kt	6.5	6.5	7.0	7.0
針路			N 1/2 W	N 1/2 W	S	S
風向			S	S	SSE	SSE
風力			3	3	2	2
天気			f	f	s	s
海況			2	2	2	2
気温		°C	0	0	0.1	0.1
水深		m	120	120	72	72
気圧		mb	—	—	1007	1007
波長		m	10	10	10	10
波高		m	0.8～1	1	1	1.2
最大ローリング角			3～4	10	2	2
ローリング周期		sec	3～4	6	—	—
最大ピッチング角			3～5	5	4	8
ピッチング周期		sec	5	6	6	4
波浪方向			S	S	S	S

第 3 表 (2)

観測項目 ＼ 観測日			Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ
年月日			1955. 4. 26	1955. 4. 26	1955. 4. 26	1955. 5. 25
時間			07時30分	08時00分	19時10分	17時30分
位置	Lat	°N	54°-05′	54°-13′	54°-13′	56°-19′
	Long	°E	154°-50′	154°-50′	154°-50′	154°-30′
船速		Kt	7	6	0	8
針路			E/S	N	S/E	NNE
風向			NNE	N/E	N/E	N
風力			3	5	5	4
天気			b	b	b	o
海況			3	5	5	4
気温		°C	2	—	—	—

水深	m	136	137	137	70
気圧	mb	995	—	—	1005
波長	m	15	15～20	15～20	10～15
波高	m	1.5	2	1.5～2	1
最大ローリング角		20	3	20	3
ローリング周期	sec	6	—	10	—
最大ピッチング角		5	15	—	20
ピッチング周期	sec	6	5	—	3.5
波浪方向		E	N	S	N
動揺回数	回/min	—	—	—	18～19

第 3 表 (3)

観測項目＼観測日		IX	X	XI	XII
年月日		1955. 5. 26	1955. 5. 26	1955. 5. 27	1955. 5. 28
時間		09時50分	17時40分	16時00分	14時00分
位置 Lat	°N	56°-59′	56°-17′	55°-13′	53°-29.5′
位置 Long	°E	155°-32′	154°-52′	154°-47′	155°-12.5′
船速	Kt	8	8	8	8
針路		N	W/S	W	NE/E
風向		NNE	NNE	N	NNE
風力		4	3	5	5
天気		b c	b c	b c	b
海況		5	4	5	5
気温	°C	+0.5	—	3	4
水深	m	120	—	120	100
気圧	mb	1014	1014	1014	1009
波長	m	15	15	15	15
波高	m	1～1.5	1.5	2	1
最大ローリング角		—	20	22	15
ローリング周期	sec	—	7	5～6	6～7
最大ピッチング角		15	—	—	10
ピッチング周期	sec	3～4	—	—	5
波浪方向		N	NNE	—	—
動揺回数	回/min	ピッチング19～20	ローリング 8～9	10～12	ピッチング 16

9. 結論

（1） 超音波の周波数 200 kc、送受波器の半減指向角が 3.3° 程度の魚群探知機を使用し、而も測深レンジ 50 m の機械であれば、海底と海底探知目標物との分解能を 30 cm にする事が出来る。

（2） タラバガニ若くはアブラガニの、上記魚群探知機による探知は、基礎実験を例証として考えれば、

船速が遅い場合には可能である。しかし船速をあげて探知する場合には次の諸点について今後の研究を要する。

1) 単位時間当りの音波発射回数を増加させること。

2) 150 mm の紙巾に対するレンジが現在 50 m であるのを、更に狭くし、海底附近を拡大して記録するのがよく、従つて超音波多重発射方式の採用が望ましい。

3) 紙送速度の増加

4) ローリング、ピツチングによる海底記録の凹凸に無関係な、海底と魚群の識別方法

（3） DSL 探知の結果では、温度躍層によると考えられるものは少く、プランクトン層の反射が主に DSL を形成していると思われる傾向が見られる。

（4） オホーツク海、カムチヤツカ西沿岸の海面の4月下旬の 200 kc 超音波の垂直伝播特性は良好で、200 m 迄の水深に対してはいちじるしい吸収減衰が認められなかつた。尚本実験期間中、200 kc による魚群探知を度々行つたが、実用的に吸収減衰等によるの障害は認められなかつた。

（5） 200 kc 魚群探知機を 75 G.T. 級の鋼鉄漁船に舷側装備した場合、荒天時、船速 8 Kt での走航減衰量及び雑音量はいずれも 10 db 前後で、船底装備された 24 kc 魚群探知機のそれに比べてさえ 10 db 前後良好であり、従つて船底装備については今後の研究を要する。

むすび

本研究は北洋のカニ漁業に対する魚群探知機実験の第1回であるが、今後も継続して行う予定である。

本実験に行うにあたり、御協力をいただいた北洋水産株式会社並びに白洋丸船団の各位に深甚なる謝意を表する。

(1955 年 11 月 29 日)

附　記

(前号までの記載目次)

[附　記]

前号までの掲載目次

漁船研究技報第1号

漁船研究技報発刊に際して……(1)
漁船研究機関設置の経緯……(2)
漁船用試作捩動力計について（推進能力研究 第1報）……(11)
漁艙防熱装置の研究（第1報）……(31)
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績……(56)
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）……(71)
磁気羅針儀簡易検定装置の研究……(83)

漁船研究技報第2号

漁船研究技報第2号刊行に際して……(1)
漁船研究の事業概況……(2)
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第1報）……(4)
漁艙防熱装置の研究（第2報）……(11)
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第1報）……(19)
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第1報）……(30)
機関の微速運転とシリンダー摩耗について……(40)
磁気羅針儀羅牌の研究……(69)
磁気羅針儀実験室について……(33)
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）……(90)
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第1報）……(98)
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）……(100)

漁船研究技報第3号

漁船研究技報第3号刊行に際して……(1)
漁船研究室の事業概況……(2)
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第3報）……(1)
漁艙防熱装置の研究（第3報）……(11)
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第4報）……(19)
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第2報）……(35)
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第3報）……(47)
船型試験成績について（水槽試験成績 第2報）……(57)
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第2報）……(87)
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）……(111)
磁気羅盆経年変化の一例……(131)
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について……(139)
曳航式中層遠隔水温計の試作研究……(159)
魚群探知機に関する研究……(177)

漁船研究技報第4号

漁船研究技報第4号刊行に際して……（1）
漁船研究室の事業概況……（2）
船型試験成績について（水槽試験成績 第3報）……（4）
改2型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第4報）……（18）
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第5報）……（25）
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第6報）……（31）
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第3報）……（49）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第1報）……（83）
舶用精密空盒気圧計の試作研究……（102）
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第2報）……（112）
魚群探知機に関する研究……（125）

漁船研究技報第5号

漁船研究技報第5号刊行に際して……（1）
漁船研究室の事業概況……（3）

［研　究］

運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第4報）……（7）
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第7報）……（27）
神鷹丸の舵軸振力率率試験について……（39）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第4報）……（49）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第2報）……（67）
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について……（73）
魚群探知機の装備に関する研究……（141）
　Ⅰ．船底突出型整流覆の形状に関する研究……（141）
　Ⅱ．船底気泡層に関する研究……（149）
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について……（155）
D.S.L　の超音波伝播持性に及ぼす影響に関する研究……（167）
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……（167）

漁船研究技報第6号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……大津義徳、横山信立、小林　務……（3）
積層梁曲材の強度試験……大津義徳、和田正三……（15）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡　晃……（27）
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
……熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……（41）
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
……橋本富寿、西村　実、間庭愛信……（93）
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について……橋本富寿、西村　実……（105）
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質……橋本富寿、間庭愛信……（113）

漁船研究技報第7号

軽合金漁艇による船体強度実験……………………………………………………………和田正三……(1)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）…………………
……………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(13)
漁船機関のシリンダ等の耗について—VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）……………………
……………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(23)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VIII（冷却水温度の影響）……………　三浦喜晃、石渡　晃……(37)
磁気羅盆に関する研究—V（制動液とダンパーに関する実験 第1報）………石井謙治、鈴木　裕……(53)
磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第1報）……………石井謙治、鈴木　裕……(75)

Appendix: Contents of the Preceding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" ……(1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ……(2)
Torsion Meter for Fishing Boat ……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) ……(31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight ……(56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1)……(71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass……(83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) ……(4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) ……(11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) ……(19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) ……(30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders ……(40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) ……(69)
On Magnetic Compass Laboratory ……(83)
Study on School Finder ……(90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) ……(98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) ……(100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3……(1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3)……(1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) ……(11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type……(19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" ……(35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood ……(47)
Experimental Results of Ship Forms……(57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) ……(87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) ……(111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl……(131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler ……… (139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water ……… (159)
Study on School Finder ……… (177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4 ……… (1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory ……… (2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) ……… (4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No, 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) ……… (18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" ……… (25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat ……… (31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No 3) ……… (49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) ……… (83)
Marine Aneroid Barometer ……… (102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler ……… (112)
Study on Fish Finder ……… (125)
  I Triar Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder ……… (125)
  II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank ……… (130)
  III Sounding by Fish Finder ……… (134)
  IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder ……… (138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5 ……… (2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……… (5)

[Studies]

Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) ……… (7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) ……… (27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" ……… (39)
Wearing of Cylinders of Fishiyg Boat Engine ……… (49)
Study on Magnetic Compass Bowl ……… (67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses ……… (73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder ……… (141)
  I Study on the Form of Projected Streamlined Cover ……… (141)
  II The Bubble Layer under the Ship Bottom ……… (149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Oktained by Ultrasonic Echo-Sounder ……… (155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation ……… (167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder ……… (187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" ······ Yosinori OTSU, Nobutatsu YOKOYAMA, Tsutomu KOBAYASHI ······ (3)
Strength Test of Laminated Beam Knees ······ Yoshinori OTSU, Shozo WADA ······ (15)
Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V ······ Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA. Yoshiaki MIURA, Akira, ISHIWATARI ······ (27)
Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses ······ Takeharu KUMAGORI, Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII ······ (41)
Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water ······ Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA ······ (93)
Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder ······ Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISIMURA ······ (105)
Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave ······ Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA ······ (113)
(Appendix) Contents of the Preceding Reports ······ (141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat ······ Shozo WADA ······ (1)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use) ······ Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ······ (13)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) ······ Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA ······ (23)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) ······ Yoshiaki MIURA, Akira ISHIWATARI ······ (37)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper) ······ Kenjl ISHII, Hiroshi SUZUKI ······ (53)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) ······ Kenji ISHII, Hiroshi SUZUKI ······ (75)

昭和31年3月20日 印刷
昭和31年3月31日 発行

漁船研究技報
第8号

発行所　東京都千代田区霞ヶ関
水産庁生産部漁船研究室
編輯者　大津義徳

東京都中央区新富町三ノ六
印刷所　日本応用印刷株式会社
印刷者　田中忠雄